

Aus dem Hygiene-Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. Heinrich Kliewe

ZUR KALTSTERILISATION
DES ZAHNÄRZTLICHEN INSTRUMENTARIUMS

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

DIETER DANGSCHAT

aus Bad Salzdetfurth



MAINZ 1962

Dekan: Professor Dr. Dr. K. Lang
Referent: Professor Dr. Th. Lammers
Korreferent: Professor Dr. H. Kliewe
Tag der mündlichen Prüfung: 30. Januar 1962



GESAMTHERSTELLUNG:

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64-66

INHALT

	Seite
I. Einleitung	1
II. Notwendigkeit zur Sterilisation des zahnärztlichen Instru- mentariums	2
III. Bisher bekannte Kaltsterilisationsverfahren	6
1. Kochlösungen mit Desinfektionsmittelzusatz	7
a) Soda	7
b) Soda + Formalin	10
c) Formaldehyd	11
d) Sagrotan	12
e) Baktol, Zephirol	12
f) Quartamon	15
g) Merfen	15
h) Sporil	17
i) Tego 103 S	18
2. Glykole-Verfahren	19
3. Asphalin-Verfahren	20
4. Ottboril-Verfahren	22
5. K3-Verfahren	23
IV. Vergleich der bekannten Kaltsterilisationsverfahren	24
V. Eigene Untersuchungen mit den neueren chemischen Sterilisationsverfahren	31
1. Ottboril-Verfahren	31
2. K3-Verfahren	34
VI. Diskussion der Untersuchungsergebnisse	36
VII. Zusammenfassung	37
VIII. Literaturverzeichnis	38



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. EINLEITUNG

In der zahnärztlichen Praxis werden oft empfindliche Kleininstrumente verwendet, z. B. wenn Wurzelkanalbehandlungen durchzuführen sind. Um diese Instrumente gebrauchsfertig und schneidfähig zu erhalten, werden Sterilisationsverfahren benötigt, welche die Instrumente sicher sterilisieren, jedoch nicht schädigen. Die beiden herkömmlichen Verfahren, die mit trockener (Heißluftschrank) oder feuchter Hitze (Autoklav) arbeiten, gewährleisten unbestritten eine sichere Sterilisation. Sie haben aber den Nachteil, daß bei wiederholter Sterilisation die Schneidfähigkeit sowie die Elastizität und Bruchfestigkeit der Instrumente vermindert werden. Derart sterilisierte Kanülen zum Beispiel, die sich beim Einstich in das Zahnfleisch zuweilen als stumpf erweisen oder sterilisierte Instrumente, die bei der Wurzelkanalbehandlung abbrechen, stellen eine Unzuverlässigkeit dar, die nur durch einen Vorrat an sterilen Ersatzinstrumenten gemildert werden kann.

Der häufige Patientenwechsel in der zahnärztlichen Sprechstunde erfordert eine Vielzahl an Instrumenten und gehäuftes Sterilisieren der Instrumentenserien. Instrumente, die im Autoklaven sterilisiert werden, "zeigen starke Neigung zu Rostansatz" (KLIEWE). Das Rosten von Metallen ist ein Oxydationsprozeß, der durch Hitze beschleunigt wird, wie alle chemischen Vorgänge, und den Beginn der Zerstörung des Metalls erkennen läßt. Die Schädigung der Instrumente durch Rostbildung beim Sterilisieren im Autoklaven läßt sich nicht abstellen.

Der erhöhte Verschleiß und die Unzuverlässigkeit der wiederholt durch Hitze sterilisierten Instrumente erfordern Abhilfe durch andere sichere Sterilisationsverfahren. In der Literatur finden sich daher Angaben von chemischen Verfahren bei Temperaturen bis 100°C , die als Kaltsterilisation die Hitzesterilisation des Autoklaven und Heißluftschrankes ersetzen oder sogar verdrängen sollen, da sie die Instrumente nicht schädigen und ihre Anwendung weniger Zeit beanspruchen soll.

II. NOTWENDIGKEIT ZUR STERILISATION DES ZAHNÄRZTLICHEN INSTRUMENTARIUMS

Jedes Verfahren der Sterilisation hat das Ziel, Instrumente und Materialien vollkommen keimfrei zu machen, also frei von allen Mikroorganismen, von vegetativen und auch von Dauerformen, um eine Wundinfektion oder Krankheitsübertragung zu verhüten. Hierzu ist die unterschiedliche Hitzeresistenz der Mikroorganismen zu beachten, die KONRICH in folgende drei Stufen einteilt: Stufe 1 umfaßt die Nichtsporenbildner und die vegetativen Formen der Sporenbildner, die bereits durch einmaliges kurzzeitiges Aufkochen zuverlässig abgetötet werden. In Stufe 2 gehören die Sporen mittlerer Thermoresistenz, wie die Gasbrand- und Tetanussporen mit ein bis zwei Stunden Dampfesistenz. Milzbrand kommt hier als Tierseuche nicht in Betracht. Zu Stufe 3 rechnet man die widerstandsfähigsten Sporen, zu denen die Erds sporen zählen.

Nach dieser Analysierung der Thermoresistenz ergibt sich, daß man beim bloßen Auskochen keinesfalls von einer Sterilisation sprechen kann, da diese eine absolute Keimfreiheit beinhaltet. Der Instrumentenkocher, von ZEISSLER als "Würstchenkocher" bezeichnet, ist demnach nur als bestes Desinfektionsgerät heute noch wertvoll. Während die Desinfektion sich auf die Seuchenbekämpfung beschränkt, hat die Sterilisation ihren Hauptbereich auf dem Gebiet der Wundbehandlung.

Von den pathogenen Keimen sind die Sporen der zweiten Thermoresistenzstufe bereits so widerstandsfähig, daß sie das Auskochen der Instrumente überleben. Als Anaerobier sind sie aber nur in einem schlecht durchbluteten oder geschädigten Gewebe entwicklungsfähig. Im allgemeinen gehen sie durch die natürlichen Abwehrkräfte des Körpers zugrunde. Eine Injektion mit einer scharfgeschliffenen Kanüle in gut durchblutetes Gewebe kann daher bei Vorhandensein von Sporen der Tetanus- oder Gasbrandbazillen, welche die "Sterilisation" in der Spritze oder Kanüle überlebt haben, keinen Infekt setzen.

Der Zahnarzt kann aber unbeabsichtigt einen locus minoris resistentiae schaffen, wenn er z. B. bei einer Injektion mit der Kanüle auf Knochen stößt, wobei sich ihre Spitze zu einem Widerhaken umbiegt und beim Herausziehen Gewebe zerreißt. Die Stichstelle der Haut schließt sich bald oberflächlich und in dem Gewebe der Tiefe können Bakterien unter anaeroben Bedingungen wachsen. Eine durch wiederholte Hitzesterilisation stumpf gewordene Kanüle schädigt ebenfalls bei sonst kunstgerecht ausgeführter Injektion das Gewebe, indem sie dieses anreißt oder quetscht und ein Hämatom verursacht. Der Bluterguß bietet den Bakterien einen guten Nährboden und wirkt durch Kom-

pression auf Arteriolen und Muskelfasern der Umgebung schädigend. Ebenso kann durch den Druck einer injizierten öligen Flüssigkeit, z. B. von Depotpenicillin, eine Ischämie in diesem Bezirk erzeugt werden, die infolge der langsamen Resorption von Öl lange anhält. Eine langanhaltende Gefäßkontraktion und lokale Anämie mit Drosselung der Sauerstoffzufuhr hat eine Novocaininjektion mit hohem Suprareninzusatz zur Folge. Das schlecht durchblutete Gewebe kann dann nekrotisch werden. Dadurch ist eine optimale Entwicklungsmöglichkeit für Anaerobier, wie Gasbrand- und Tetanussporen, die mit der Spritze oder Kanüle eingeschleppt werden, gegeben.

Es sind eine Reihe von derartigen Infektionsfällen bekannt geworden. COËNEN berichtete 1940 von 93 Gasbrandinfektionen nach Injektionen, von denen 83 tödlich verliefen. 1941 hat PERRET bereits 112 derartige Fälle gesammelt. Eine ausführliche Darstellung von Gasöedemen nach therapeutischen Injektionen findet sich in der Monographie von ZEISSLER et alii. In gleicher Weise liegen Berichte über Tetanusinfektionen vor (GRUMBACH, KOLLE-HETSCH).

Die Mundhöhle, das spezielle Operationsgebiet des Zahnarztes, kann wegen der Zartheit und Verletzbarkeit der Schleimhaut nicht sterilisiert werden, obgleich es notwendig wäre. Sie beherbergt eine Masse mehr oder minder pathogener Keime, so daß eine sterile Hohlneedle infiziert wird, sobald sie die Schleimhaut oder die Zähne berührt. Keime werden also bei der Injektion leicht von der Oberfläche der Schleimhaut in die Tiefe eingeschleppt. Da Wundinfektionen nach zahnärztlichen Eingriffen selten auftreten, scheint die Annahme berechtigt, daß der Gefäßreichtum und die gute Durchblutung der Schleimhaut der Mundhöhle die Ursache sind für die außerordentliche Abwehrkraft gegen Wundinfekte und für die günstigen Heilungsbedingungen von Wunden in der Mundhöhle. Aber "die mundeigene Bakterienflora des Patienten ist nicht entscheidend für die Infektion, sondern die von außen in die Wunde hineingebrachten Mikroorganismen" (WEIGAND). Daher müssen alle mit einer Wunde in der Mundhöhle in Berührung kommenden Gegenstände, vor allem Instrumente und Verbandstoffe, zuvor keimfrei gemacht sein. Seit SEMMELWEISS fordert dieses die Asepsis, damit lebende Bakterien, auch apathogene, von der Wunde ferngehalten werden. Denn es ist möglich, daß ein als harmlos bekannter Keim unter Umständen allein oder in Gemeinschaft mit einem anderen Saprophyten eine Schädigung herbeiführt.

In der Literatur sind vereinzelt Fälle beschrieben worden, bei denen saprophytäre Sporenbildner, die als apathogen gelten, Krankheiten erzeugten. "Heubazillen vermögen Panophthalmien und Meningitis hervorzurufen"

(LINDBERG, SÄNGER, SILBERSCHMIDT). Die Gefahr der Übertragung von ansteckenden Krankheiten in der zahnärztlichen Praxis ist wegen der Vielzahl der verwendeten Instrumente und des reichen Keimgehalts der Mundhöhle besonders groß. Wegen der geringen Resistenz dieser Infektionserreger ist aber diese Gefahr durch eine Desinfektion der Instrumente leicht abzuwenden.

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei der Wurzelbehandlung. Dazu durchbohrt der Zahnarzt den Zahnschmelz, der ein modifiziertes Schleimhautepithel ist, um sich Zugang zu dem Wurzelkanal zu verschaffen. Gelangen dabei mit den Instrumenten Sporen in das Zahninnere, so hemmen die desinfizierenden Zusätze des Wurzelfüllmaterials anfangs ihre Entwicklung. Allmählich wird aber die desinfizierende Wirkung schwächer infolge der Auslaugung und Verdünnung vom periapikalen Gewebe her sowie des Abtransportes durch das Blut, bis schließlich völlige Inaktivität eintritt. Der pulpentote Zahn besitzt keine Abwehrkraft, und die Sporen können ungehemmt auskeimen. Die mit der Pulpenbehandlung beabsichtigte Sanierung ist dann ohne Erfolg. Peinlich genaue Sterilität ist daher bei allen Eingriffen erforderlich, welche das Schleimhautepithel durchtrennen und Keimen den Weg in die Tiefe des Gewebes eröffnen. Keimfreies Kleininstrumentarium für die Wurzelkanalbehandlung ist ebenso notwendig wie keimfreie Spritzen und Kanülen zur Lokalanästhesie.

Ein fatalistisches Sichverlassenmüssen auf die erwähnten natürlichen Abwehrkräfte des Organismus ist in keinem Falle angebracht. Die Hauptgefahr besteht nämlich in der Übertragung von Keimen aus der Mundhöhle des soeben behandelten Patienten in die Mundhöhle des folgenden.

Bakterien und Viren können die "Sterilisations"-Maßnahmen überleben, wenn sie mit Blut, Serum oder Eiter in den Kanülen oder Spritzen haften. Diese flüssigen Eiweißsubstanzen koagulieren bei Hitze- und Desinfektionsmitteleinwirkung und bilden eine isolierende Schutzhülle, so daß die Hitze bzw. chemische Einwirkung den Keimen nichts mehr anhaben kann. Auf diese Weise kann bei Injektionen der Erreger der Inokulations- oder homologen Serumhepatitis, ein Virus, durch infizierte Kanülen und Spritzen mit Serumspuren übertragen werden.

Im letzten Kriege trat diese Infektion in der amerikanischen Armee in dem katastrophalen Ausmaß von 80 000 Erkrankungen nach Gelbfieberschutzimpfungen auf, bei denen eine Vaccine verwendet wurde, die aus infiziertem menschlichem Serum hergestellt worden war. Auch heute noch treten Fälle von Serumhepatitis vereinzelt auf. Da die Inkubationszeit etwa 3 Monate be-

trägt, ist es nicht immer möglich, die Infektionsquelle zu ermitteln. Die Übertragungsmöglichkeit von Keimen, einschließlich Viren, mit verschmutzten Spritzen und Kanülen bei Injektionen muß der Zahnarzt durch gründliche Säuberung seiner Geräte und Instrumente vor der Sterilisation nach Möglichkeit ausschließen.

"Die Sterilisation und Desinfektion von Spritzen und Hohladeln, die mehr oder weniger grob infiziert sind, und an denen zugleich organische Substanz haftet, ist ganz besonders schwierig. Diese Geräte haben sehr schwer zugängliche Innenräume mit Winkeln, Ecken, Fugen, mit Rissen in Kitt- und Lötmaterial, mit Rostgruben und mit Spalten unter Materialabsplitterungen. Die von koagulierter und eingetrockneter Substanz umhüllten Keime sind in diesen Schlupfwinkeln so schwer zu treffen, daß unter besonderen Umständen sogar Kokken der Dampfsterilisation widerstehen können" (BAUMANN).

Die Frage der Hitzeresistenz des Virus der Inokulationshepatitis ist noch Gegenstand lebhafter Diskussionen(1961). Nach K.F. BINGEL kann über die Inaktivierung des Virus mit Sicherheit nichts Endgültiges ausgesagt werden, da dessen Züchtung bisher noch nicht gelungen sei (1957). Nach H. OSTERTAG gilt die instrumentelle Übertragungsmöglichkeit der homologen Serumhepatitis als gesichert (1961). Diese Ansicht wird gestützt durch Berichte von SIEDE et alii, nach denen von 120 Traubenzuckerinjektionen an Versuchspersonen 25 nach 3 bis 4 Monaten an einer Virushepatitis erkrankten. Auf die gleiche Ursache wird auch der Salvarsanikterus als eine Inokulationshepatitis zurückgeführt (BIGGER, McCALLUM, BERG, MARTINI, RISSEL). Während HAHN auf Grund klinischer und weniger experimenteller Erfahrungen überzeugt ist, daß das Virus durch einfaches Kochen in 20 Minuten vernichtet wird, halten die genannten Autoren ein einfaches Abkochen der Instrumente für nicht genügend zur Inaktivierung des Virus, da es sehr widerstandsfähig gegen Hitze sei.

Th. LAMMERS hält das Auskochen der Instrumente für mindestens 20 Minuten, also eine Desinfektion, zur Inaktivierung des Virus der Inokulationshepatitis für ausreichend, wenn vorher eine gründliche Reinigung des Instrumentariums erfolgte. Ebenfalls K.F. BINGEL führt die hohe Resistenz des Virus auf die Schutzwirkung des Gewebsmaterials, z. B. Blut, in welches das Virus eingebettet ist, zurück.

III. BISHER BEKANNTE KALTSTERILISATIONSVERFAHREN

Da das Kochen von Instrumenten in Wasser für mindestens 20 Minuten nur ein brauchbares Desinfektions-, aber kein Sterilisationsverfahren darstellt, suchte man die Keimtötungskraft des siedenden Wassers durch Zusätze von Desinfektionsmitteln zu erhöhen und auf diese Weise eine Sterilisation zu erreichen. "Durch die Kombination je eines dieser Zusätze mit Kochhitze kann unzweifelhaft eine verbesserte und verschärfte Wirkung im Vergleich zu dem Abkochen in siedendem Wasser erreicht werden. Ob auch eine Sterilisation im Sinne des D. A. B. VI, d.h. eine völlige Entkeimung erzielt wird, ist eine andere Frage, die für jedes Mittel einer sorgfältigen Nachprüfung bedarf" (ROEMER). Solche Zusätze, die antibakteriell wirken, sind folgende Chemikalien: Soda, Formalin, Zephirol, Sagrotan, Baktol, Quartamon, Desogen, Merfen, Sporil, Tego 103 S. Ferner gehören zur Kaltsterilisation das Verfahren mit Gykole, Asphalin, Ottboril und K3.

Für die Sterilisationsverfahren mit verschiedenen entkeimenden Kochlösungen müssen nach KONRICH und ZEISSLER folgende Versuchsbedingungen erfüllt sein:

- α) Mindestens 12-stündige Dampfresistenz von Erdsporen als Test,
- β) 1-2 g Gartenerde als Testmaterial,
- γ) Neutralisation des Desinfektionsmittels vor dem Abimpfen auf Kulturböden,
- δ) genügend lange Beobachtungszeit der Kulturen, mindestens 2-3 Monate.

Die Prüfung der Sterilisationsverfahren wird nun mit solchen hochresistenten Sporen ausgeführt, die außerdem noch in Erde eingeschlossen der Hitze und dem zu prüfenden Desinfektionsmittel ausgesetzt werden. Ein bis 2 g Sporenerde werden benötigt, damit eine genügende Menge hochresistenter Sporen zur Prüfung zur Verfügung steht. Die mit den Sporen der Erdbakterien beladenen Sandkörnchen der Gartenerde sind als Keimträger anzusehen. Sie verleihen den Sporen Schutz und erhöhen dadurch ihre Resistenz. Werden durch ein Sterilisationsverfahren solche Sporen höchster Resistenz abgetötet, so ist die Gewähr gegeben, daß auch alle anderen Keime geringerer Resistenz schon vorher vernichtet worden sind, also sichere Sterilisation erzielt worden ist. Die sporenhaltige Gartenerde wird entweder in Gaze-, Drahtsieb- oder Papierpäckchen in die siedende Kochlösung getan, oder sie wird in Wasser oder Kochlösung aufgeschwemmt und so zur Prüfung verwendet.

Im weiteren Arbeitsgang des Kochverfahrens ist von großer Wichtigkeit das Trennen, Auswaschen und Neutralisieren des Desinfektionsmittels, das der

Kochlösung zugesetzt worden war. Bei Unterlassung dieses notwendigen Arbeitsvorganges vor dem Abimpfen der Sporen auf Kulturböden würden noch etwa überlebende Sporen durch das haftende Desinfektionsmittel im Wachstum behindert werden. Die scheintoten Sporen würden Sterilität vortäuschen. Aber auch vorschriftsmäßig von ihrer Kochlösung + Desinfektionsmittelzusatz durch Neutralisation befreite Sporen können durch das Sterilisationsverfahren in ihrer Lebenskraft so geschwächt sein, daß sie zunächst kein Lebenszeichen erkennen lassen und auf Nährböden nicht angehen. In einer mehr oder minder langen Rekonvaleszenzzeit können sich die angeschlagenen Sporen erholen und auskeimen, oder sie erholen sich erst auf einem zusagenderen Nährboden. Diese Möglichkeit darf nicht außer Acht gelassen werden, daher ist eine zweimonatige Beobachtungszeit der Nachkulturen unerläßlich (SCHUBERT). Die Kochlösungen müssen genau nach Maß und Gewicht, ihrer erforderlichen Konzentration entsprechend, hergestellt werden.

1. Kochlösungen mit Desinfektionsmittelzusatz

a) Soda

Das Sterilisationsverfahren mit dem Zusatz von 2% Soda zum Kochwasser wurde seit Beginn der aseptischen Ära der Chirurgie angewandt. Ursprünglich wurde von SCHIMMELBUSCH Soda nur als Rostschutzmittel empfohlen. Man stellte jedoch zusätzlich eine unvermutete keimvernichtende Wirkung fest. 1932 überprüfte es KONRICH mittels Autoklaven trotz der praktischen Bewährung des Sodakochverfahrens über viele Jahre. Da die Sodakochlösung im strömenden Dampf des Autoklaven nicht zum Sieden gebracht wird, erwies sich, wie zu erwarten, die Keimtötungskraft geringer als die einer siedenden Sodakochlösung im Instrumentenkocher. KONRICH erzielte keine Sterilität mit 1%iger Sodalösung in 8 Stunden, mit 5%iger Sodalösung dagegen erst positive Ergebnisse in 4 Stunden bei Verwendung des Autoklaven. Aber auch bei Benutzung eines Kochers waren die Prüfungsergebnisse KONRICHs noch ungünstig: Erst in 3 Stunden Kochzeit wurden Erds sporen von 60 stündiger Dampfresistenz in 1%iger Sodakochlösung sicher abgetötet, in 1 1/2 Stunden in 2%iger Sodalösung, in 1 1/4 Stunden in 3%, in 40 Minuten in 4%, in 1 3/4 Stunden in 5%iger Sodakochlösung.

Die zur Sterilisation von Instrumenten und Geräten erforderliche Kochzeit von 1 1/4 bis 3 Stunden kann kein Praktiker aufwenden. "Nur diejenigen Methoden sind in der Praxis von Wert, die in kurzer Zeit: in 15-20 Minuten zur Sterilität führen" (BERGER). Innerhalb von 30 Minuten sind näm-

lich Kochlösungen zur Hälfte verdampft, so daß die Instrumente von der Lösung nicht mehr bedeckt sind und die entkeimende Wirkung aufhört.

KONRICH (Berlin) lehnt das Sterilisationsverfahren mit Sodalösung in verschiedenen Konzentrationen auf Grund seiner Versuche als für die Praxis ungeeignet ab und empfiehlt stattdessen die Verwendung eines Autoklaven.

SOBERNHEIM (Bern) kommt auf Grund seiner Prüfungen der Sodakochlösungen zu Ergebnissen, die von denen KONRICHs völlig abweichen und hält die altbewährte Methode der Sterilisation mit Sodalösungen für durchaus brauchbar. "Wir konnten feststellen", berichtet er über seine Versuche, "daß die widerstandsfähigsten Sporen, die wir zur Verfügung hatten, durch Kochen in einer 1%igen Sodalösung schon innerhalb 10 bis 25 Minuten sicher vernichtet waren. 2%ige Sodalösung wirkt noch rascher. Es wurden teils Proben von Gartenerde verwendet, teils hochresistente Sporen einer aus dem Boden gezüchteten Bakterienkultur. Die rein gezüchteten Sporenbildner nehmen allmählich an Resistenz ab, weshalb die meisten Versuche mit den nativen Sporen der Gartenerde ausgeführt wurden. Die Dampfesistenz des Testmaterials betrug 7 bis 14 Stunden, d.h. im strömenden Dampf von etwa 98° C (der hiesigen Schweizhöhenlage entsprechend) blieben die Proben der Gartenerde nach dieser Zeit lebensfähig." SOBERNHEIM erklärt diesen Unterschied in der Resistenz der Berliner und Berner Sporen damit, daß die Sporen der Berliner Gartenerde KONRICHs mit der hohen Dampfesistenz von 60 Stunden ein Seitenheitsbefund seien. Das von SOBERNHEIM verwendete Sporenmaterial, das bei strömendem ungespanntem Dampf bei 98° C noch nach 7-14 Stunden lebensfähig blieb, auch in Wasser aufgeschwemmt noch etwa 4-8 Stunden der Einwirkung des Dampfes widerstand, wurde in kochendem Wasser schon nach 1-3 Stunden abgetötet und ging bei einem Zusatz von 1% Soda längstens innerhalb 10-25 Minuten zugrunde. Die Anordnung wurde hierbei so getroffen, daß die Sporen erst in das kochende Wasser eingebracht wurden. Setzte man sie von vornherein dem zu erheizenden Wasser zu, so erfolgte die Abtötung noch rascher. Die verschieden angewandte Technik erkläre also auch die Differenz der Prüfungsergebnisse. SOBERNHEIM prüfte eine an Seidenfäden angetrocknete Sporenaufschwemmung auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber der siedenden Sodalösung. Die Resultate dieses Keimträgerverfahrens waren die gleichen.

"Wir dürfen also nach unseren Feststellungen der Instrumentensterilisation, wie sie heute allgemein im Gebrauch ist, vertrauen", ist SOBERNHEIMs Überzeugung. "Wenn der Arzt die Instrumente zunächst in die kalte oder angewärmte 1- bis 2%ige Sodalösung eingelegt und sie dann vom Augenblick des Kochens an gerechnet 30 Minuten darin beläßt, so kann er sie als keimfrei

betrachten. Da bei diesem Verfahren selbst unter den übertrieben schweren Bedingungen des Experimentes nicht nur die pathogenen Anaerobier, sondern auch hochresistente Sporen saprophytischer Bodenbakterien zugrunde gehen, so ist damit den Anforderungen der Praxis gewiß Genüge geschehen."

BAUMANN empfiehlt als bestes Rostschutzmittel 0,5% Natriumnitrit zur 2%-igen Sodalösung. Das früher allgemein übliche Sterilisationskochverfahren mit 2% Soda als Zusatz bietet dem Praktiker schätzenswerte Vorteile: Das dazu erforderliche Kochgerät ist billig, es ist für jede Art der Beheizung (Gas-, Elektrisch- oder Spiritusheizung) verwendbar und läßt sich einfach bedienen. Die Instrumente werden geschont und behalten ihre Schneidfähigkeit und Elastizität. Dagegen werden Geräte, die aus Aluminium oder seinen Legierungen hergestellt sind, von Soda angegriffen. Instrumente und Geräte überziehen sich, wenn sie in 2%iger Sodalösung ausgekocht werden, mit einem weißen Belag. Beim Auskochen verdampft eine Menge Wasser, und mit dem Dampf wird ein Teil des Zusatzes der Kochlösung entzogen, ein weiterer Teil wird als Belag mit den Instrumenten der Lösung entnommen. Die Konzentration der Kochlösung schwankt also während des Kochens und läßt sich nicht kontrollieren. Die Kochlösung kann daher nach dem Auskochen nicht wieder verwendet werden, sondern muß bei jedem Sterilisieren neu hergestellt werden.

Der konzentrierte Sodabelag auf den Instrumenten nach dem Auskochen wirkt bei Eingriffen in der Mundhöhle gewebeschildigend, indem er Ätzungen und Nekrosen hervorruft. Durch Sodareste in Spritzen und Kanülen können empfindliche Medikamente, die injiziert werden sollen, z.B. Suprarenin oder Penicillin, verändert werden, so daß ihre Wirksamkeit verloren geht. Spritzen und Hohlnadeln müssen daher vor Gebrauch mit sterilem Wasser durchgespritzt werden. Die mit einem Sodabelag überzogenen Instrumente müssen ebenfalls mit sterilem Wasser abgespült werden. Durch diese Prozedur wird jedoch die Sterilität in Frage gestellt. Glasspritzen können nicht mit Sicherheit in Kochlösungen entkeimt werden, da die hohlen Glaskolben oben auf schwimmen und von der Kochlösung nicht völlig bedeckt werden. Nach dem Auskochen in Sodalösung ist das Sterilisiervgut naß. Dadurch ist beim Berühren der Spritze und Kanüle mit der Hand die Möglichkeit der Keimabschwemmung und Infizierung des Spritzenmaterials gegeben.

Die günstigen Ergebnisse der Nachprüfungen des Kochverfahrens mit Sodalösungen, die SOBERNHEIM (1932) veröffentlichte, wurden von ihm durch erneute Nachprüfungen (1936) mit denselben günstigen Resultaten bekräftigt: Sichere Sterilisation mit 1%iger Sodalösung in 20 Minuten und mit 2%iger

Sodalösung in 10 Minuten. 1938 erzielte MÜNDEL mit 2%iger Sodalösung in 30 Minuten Abtötung von Erdsporten, die eine Kochresistenz von ungefähr 10 Stunden hatten. Im Gegensatz zu diesen Autoren berichtet GRUMBACH (1941) von seinen Versuchen, daß Erdsporten von 20-stündiger Kochresistenz in 2%iger Sodalösung in der für die Praxis erforderlichen kurzen Zeit von 10 bis 30 Minuten nicht abgetötet wurden.

Obgleich die Beurteilung des Sodakochverfahrens auf Grund sich widersprechender Versuchsergebnisse nicht durchweg günstig ist, finden sich bis in die jüngste Zeit hinein in Lehrbüchern der Chirurgie und Zahnheilkunde Hinweise, daß die Kaltsterilisationsmethode mit Sodazusatz auch heute noch in Krankenhäusern und Kliniken zur Instrumentensterilisation gebräuchlich und empfehlenswert ist. 1949 empfiehlt AXHAUSEN in seinem "Lehrbuch der zahnärztlichen Chirurgie" 15 Minuten langes Kochen in 2-3%iger Sodalösung, 1952 VIKTOR ORATOR in seinem Lehrbuch "Allgemeine Chirurgie", Instrumente 10 bis 20 Minuten in 1%iger Sodalösung auszukochen. 1948 wird im "Lehrbuch der Chirurgie" von GARRE-STICH-BAUER 10 Minuten langes Kochen in destilliertem Wasser mit 1% Sodazusatz als "die sicherste und schnellste Instrumentensterilisation" bezeichnet. In größeren chirurgischen Anstalten wird jedoch statt des einfachen Kochverfahrens bei der Instrumenten- und Spritzensterilisation das Kochverfahren unter Druck bei gespanntem Dampf von 120° C angewendet (GARRE).

b) Soda + Formalin

SOBERNHEIM und MÜNDEL konnten 1936 durch Zusatz eines weiteren Desinfektionsmittels zur Sodakochlösung, des Formalins, das Ergebnis ihrer Versuche verbessern. Nach ihrer Erprobung ermöglicht die 1,5%ige Sodalösung mit Zusatz von 0,06% Formaldehyd die kürzeste Sterilisationszeit mit 5 Minuten. Nachprüfungen von MÜNDEL, STUTZ, GRUMBACH und REGAMEY bestätigten durch ebenfalls günstige Sterilisationsergebnisse die Verbesserung des Verfahrens durch Formalin. Es wurde unwidersprochen als Errungenschaft überall angewendet und im "Lehrbuch der Hygiene" wird es von GERTRUD MÜLLER (1951) empfohlen: "Sollen Instrumente durch Auskochen sterilisiert werden, so ist ein Zusatz von 3% Soda und 0,5% Formalin erforderlich, um bei einer Kochzeit von 10 Minuten Keimfreiheit zu erzielen", bis (1952) GELINSKY und LOCKEMANN nachwiesen, daß das Formaldehyd beim Kochen in Sodalösung eine chemische Umwandlung erfährt, die seine keimtötende Kraft bis zur völligen Wirkungslosigkeit vermindert.

GELINSKY berichtet, daß er die Versuchsanordnung von STUTZ möglichst

genau bis auf einige notwendige Abänderungen zur vergleichenden Nachprüfung befolgt habe. GELINSKY und LOCKEMANN verwendeten Sporenerde nicht als Aufschwemmung wie STUTZ, sondern in kleinen Filtrierpapierpäckchen zu je 0,5 g Erde, um sie bequem zur Entfernung des Alkali- und Formalinkochwasserrestes nachbehandeln zu können. Als Nährflüssigkeit benutzte er ebenso wie STUTZ Traubenzuckerbouillon. Die Beobachtungszeit von 10 Tagen, die STUTZ verwandte, wurde auf 3 Monate ausgedehnt. Erfahrungsgemäß sei das Wiederentwickeln schwergeschädigter Keime vor Ende der zweiten, Anfang der dritten Woche kaum zu erwarten. Bei einer Beobachtungszeit von 10 Tagen könnte daher die Wachstumshemmung durch das anhaftende Alkali irrtümlich für Sterilität angesehen werden. SOBERNHEIM, MÜNDEL, STUTZ, GRUMBACH und REGAMEY hätten sich in ihren Untersuchungsergebnissen durch fehlerhafte Methodik geirrt, indem sie es unterließen, die den Erdkeimen anhaftende Kochflüssigkeit mit ihrem hohen Alkaligehalt und den anderen, die Keimentwicklung störenden chemischen Beimengungen durch Waschen der behandelten Erdkeime vor der Übertragung in die Nährlösung zu entfernen. Ferner sei die Bruttemperatur zu niedrig und die Beobachtungszeit zu kurz gewesen.

GELINSKY und LOCKEMANN empfehlen als Schutz gegen die Rostwirkung rein wässriger Formaldehydlösungen für die Praxis einen Zusatz von Soda bis etwa 2%. "Um durch 5-10 Minuten langes Kochen völlige Keimfreiheit zu erreichen, wird man unter Zusatz von 1-2% Soda eine Lösung von 2-4% Formaldehyd anwenden müssen" (GELINSKY). POETSCHKE und HIRSCH bestätigten dies (1950) in Versuchen mit Erdsporen von 24-stündiger Dampfresistenz. Dagegen konnten GELINSKY und LOCKEMANN mit 1,5%igen Formaldehydlösungen nach 5 Minuten Kochen nicht in allen Fällen Keimfreiheit erzielen. "Mit dem recht kräftig sporociden Formalin aber kann man wegen der unerträglichen Belästigung der Schleimhäute nur im Freien auskochen" (BERGER). "Das Auskochen mit Formalin kann wegen der entstehenden Formalindämpfe, die die Schleimhäute stark reizen, nur unter dem Abzug erfolgen" (WEIGAND).

c) Formaldehyd

Nach R. v. WERZ und SOEHRING ist "Formaldehyd" zur Zeit (1958) der einzige Stoff, von dem wir sicher wissen, daß er beim gewöhnlichen Auskochen eine zuverlässige Sterilisation (und nicht nur Desinfektion) von Instrumenten ermöglicht. Dieses Verfahren eines Zusatzes von Formaldehyd kommt als Notlösung dort in Frage, wo eine Entkeimung des Instrumentariums auf

physikalischem Wege nicht möglich ist. KLEWE empfiehlt (1950) als Notbehelf ein 15 Minuten langes Kochen in 4%iger Formaldehydlösung mit 2% Soda-zusatz zur Instrumentensterilisation. Bei einer Kochdauer von mindestens 10 Minuten (vom Beginn des Siedens an gerechnet) sollen durch die nachstehend angegebene Lösung alle Keime mit Einschluß der pathogenen Sporen abgetötet werden. Dabei dient das zugesetzte Natriumnitrit als Rostschutzmittel.

Rp. Formaldehydisoluti	5,0
Natrii nitrosi	2,0
Aquae dest ad	1000,0

Während hier Auskochen mit Formaldehydzusatz in 0,5%iger Konzentration zur Sterilisation empfohlen wird, weist WEIGAND auch auf die Möglichkeit hin, mit 0,6%igem Formalinzusatz (= 0,25% Formaldehyd) eine Sterilisation durch Auskochen in Wasser zu erzielen.

d) Sagrotan

Mit der Frage, ob es möglich ist, unter den bisherigen Bedingungen lediglich durch Zusatz geeigneter Chemikalien einen genügenden Sterilisationseffekt zu erreichen, haben sich PELS LEUSDEN und v. BREMEN beschäftigt und eine Reihe von Mitteln auf ihre "sterilisationserhöhende Wirkung" in Verbindung mit kochendem Wasser durchgeprüft. "Auch mit dem Desinfektionsmittel Sagrotan wurden Versuche angestellt, indem eine bestimmte Menge Gartenerde in 2,5% Lösung 1 1/2 Stunden gekocht wurde. Bis 20 Minuten nach dem Kochen fanden sich massenhaft Sporenträger, dann nahm die Zahl erheblich ab, bis auf etwa 100 bei Abimpfung einer Öse nach 30 Minuten langem Kochen. Nach 60 Minuten waren immer noch etwa 50 Kolonien von Sporenträgern vorhanden, nach 1 1/2 Stunden noch 30 Kolonien." Ebenfalls negative Ergebnisse erzielten (1939) die bakteriologischen Untersuchungsstellen des Heeres (BREKENFELD). Hiernach wirkt Sagrotan in 2- bis 2,5%iger Lösung bei 10-20 Minuten langer Kochdauer nicht sicher abtötend auf widerstandsfähige Testproben.

e) Baktol, Zephirol

Bei Baktol scheint diese Wirkung besser zu sein. Baktol erzeugte keine Geruchsbelästigung und griff die Instrumente nicht an. P. LEUSDEN und v. BREMEN kamen zu folgendem Untersuchungsergebnis: Sterilität nach 60 Minuten Kochzeit in 2-3%iger Baktollösung. Eine neuere Gruppe von Desinfektionsmitteln sind die quaternären Ammoniumbasen, zu denen in Deutschland das Zephirol und

Quartamon, in der Schweiz das Desogen, gehören. "Sie sind Abkömmlinge des Ammoniumchlorids (NH_4Cl), dessen Wasserstoffatome durch Alkyle oder den Phenylrest substituiert sind" (BERGER). Lösungen mit quaternären Ammoniumbasen sind seifenähnlich, schäumen beim Kochen und kochen leicht über. Metalle werden leicht angegriffen, besonders Aluminium. Spritzen mit Metallkugeln werden infolge Korrosion undicht oder werden blockiert.

Das Zephirol soll schon in kalter Lösung sporenabtötend wirken. Seine Vorteile überwiegen die Nachteile. Es ist billig, angenehm von Geruch und in den gebräuchlichsten Konzentrationen von geringer Giftigkeit. Die Lösung ist klar und farblos und reizt die Haut wenig. Es hat eine hohe Desinfektionskraft und zeigt auch sporozide Wirkung. Die bakterizide Wirkung wird durch Seife aufgehoben. Instrumente aus Metall werden zwar durch das Mittel angegriffen, können aber durch Beigabe von Natriumnitrittabletten geschützt werden. 0,5% Natriumnitrit ist als Zusatz zur Lösung üblich. LEUSDEN und v. BREMEN berichten über eigene Versuche zur Erforschung der sporenabtötenden Wirkung kochender Zephirollösung: "Einige Gramm gedüngter Gartenerde wurden mit 2,2% Zephirollösung vermischt und zum Kochen gebracht. Schon während der Erhitzung bis zum Kochen ergab sich eine rasche Abnahme der Keimzahl und Sporenträger, so daß im Augenblick des Kochens praktisch schon Sterilität erreicht war." Versuche zur Sterilisation von Instrumenten, die künstlich mit Sporen infiziert wurden, führten sie in der Weise aus, daß eine "gewisse Menge" durchgeseibter, gedüngter Gartenerde von einer Dampfresistenz von über 3 1/4 Stunden, also von einer "recht beachtlichen Widerstandsfähigkeit", mit destilliertem Wasser zu einem Brei verrührt wurde. Spritzen und weite Kanülen wurden mit dem Erdbrei durchspritzt, die Instrumente, Skalpelle und Pinzetten mit dem Brei bepinselt. Nach Trocknen an der Luft während drei Stunden wurden die Instrumente mit einer unsterilen Bürste und heißem Wasser gesäubert und dann in den Auskocher in die kalte 3%ige Zephirollösung gelegt und gekocht. Die in verschiedenen Zeitabständen während des Kochens entnommenen Instrumente wurden zur Entfernung der Zephirollösung mit sterilem Aqua dest. abgespült und dann in Leberbouillon bei 37° C bebrütet. In 7-10 Minuten waren sämtliche Instrumente keimfrei. Versuche, die mit nichtgereinigten Instrumenten angestellt wurden, ergaben nicht derartig gute Resultate.

BREKENFELD und KAYSER kamen auf Grund ihrer Versuche, über die keine genaueren Literaturangaben vorliegen, mit 5%igen Baktol-Kochlösungen zu dem Ergebnis, daß Baktol besonders wirksam zur Instrumentensterilisation sei. Mit Zephirolkochlösungen von 0,75% sowie von 2-3% ergaben alle ihre Versuche zur Instrumentensterilisation Keimfreiheit in 15 Minuten.

LEUSDEN und v. BREMEN stellten Versuche zum Vergleich von Baktol- und Zephirollösungen an. Je 150 ccm einer 3%igen Baktol und 3%igen Zephirollösung sowie zur Kontrolle Aqua dest. wurden in Bechergläsern mit einer "bestimmten Menge" gedüngter Gartenerde gekocht. Von den Lösungen wurden Abimpfungen mit Ösen auf Blutplatten in verschiedenen Zeitabständen vorgenommen. Schon nach 10 Minuten Kochen der 3%igen Zephirollösung war Sterilität erreicht, während erst nach 60 Minuten langem Kochen mit 3%iger Baktollösung dasselbe Resultat erzielt wurde, wie die Kulturen auf aerob bebrüteten Blutplatten nach 48 Stunden Beobachtungszeit angeblich erwiesen. Wurde statt der festen Nährböden Tarozzi-Leberbouillon zur Nachkultur verwendet, so war das Ergebnis mit kochender 2- und 3%iger Baktollösung günstiger als das mit Zephirol. Die Beobachtungszeit der beimpften Kulturen im Brutschrank betrug 8 Tage. LEUSDEN und v. BREMEN erklären die gegensätzlichen Bewertungen der keimtötenden Kraft von Baktol und Zephirol in den beiden Versuchen mit der Möglichkeit, daß die Überlegenheit des Baktols als Ergebnis des zweiten Versuches auf einer ungehemmten Weiterwirkung der beim Abimpfen übertragenen Baktolspuren in der Tarozzibouillon beruhe, während die keimtötende Wirkung der Zephirolspuren durch die Bouillon in stärkerem Maße abgeschwächt wurde.

Im Gegensatz zu den obigen Autoren ergaben die exakt durchgeführten Versuche von ZEISSLER und GÜNTHER, die streng die Richtlinien KONRICHs einhielten, negative Resultate. Sie überprüften das Sterilisationsvermögen von 10- und 20%igen Zephiroikochlösungen. 1,5 g "Gartenerde KONRICH" mit mehr als 50-stündiger Resistenz kochten sie in je 150 ccm 10%iger und 20%iger Zephirollösung 15 Minuten lang. Dann wurde zur Neutralisation die Zephirollösung durch 150 ccm 1-promilliger Kalilauge ersetzt. Nach einer Stunde wurde die Kalilauge abgegossen und der Bodensatz von Gartenerde dreimal mit je 150 ccm physiologischer Kochsalzlösung gewaschen. Dann erfolgten die Abimpfungen serienweise sowohl aerob auf 150 ccm frisch bereitete einfache Nährbouillon bei 37° C als auch anaerob mit 150 ccm frisch bereiteter Leberbouillon, die im luftverdünnten Raum des Anaerobier-Apparates bei 37° C gegebenenfalls bis 30 Tage lang bebrütet wurde. Die aeroben Abimpfungen blieben steril in 30 Tagen. Die beimpfte Leber-Bouillon trübte sich in den folgenden 3 Tagen in zunehmendem Maße, und es zeigten sich Gasblasen. Es fanden sich bei der mikroskopischen Untersuchung der *Bacillus mesentericus*, ein tetanusähnlicher apathogener Anaerobier, und Tetanusbazillen. Die Kulturen in Leberbouillon wurden angelegt, um den geschädigten Keimen günstigere Wachstumsbedingungen zu verschaffen, dann aber auch, um zu versuchen, die keimtötende Wirkung des Restes der Zusatzmit-

teil zu binden und wirkungslos zu machen. Nebenher liefen gleichzeitig Kontrollversuche zur Sicherung des Verfahrens.

f) Quartamon

Quartamon wird von der Firma Schülke und Mayr, Hamburg, hergestellt. ZEISSLER und GÜNTHER überprüften auch die sterilisierende Wirkung der Kochlösung mit Quartamon als Zusatz in 10- und 20%iger Konzentration in derselben Weise mit demselben negativen Resultat.

g) Merfen

Das von der Firma Zyma propagierte Merfen ist Phenylquecksilberborat und soll im Vergleich zum Sublimat weniger giftig und 50 mal stärker antibakteriell wirken. THOMANN empfiehlt Merfen in der Firmenzeitschrift als brauchbares Zusatzmittel zur Kochsterilisation von Instrumenten: Nach 15 Minuten Kochen in 0,005% bis 0,01% Merfenlösung seien Geräte als steril zu betrachten. CLÖTERS wies in Versuchen mit 0,002 - 0,02% Merfenlösungen nach, daß sein Testmaterial nach 20 Minuten langem Kochen scheinbar steril, in Wirklichkeit aber die resistenten Sporen nur scheinbar tot waren und eine Wachstumshemmung vorlag. Nach Auswaschen der Merfenlösung aus dem Testobjekt würden die evtl. noch nachwirkenden Substanzreste mit Ammoniumsulfid inaktiviert und die Wachstumshemmung aufgehoben. KNAPP und VÜLLERS haben angeblich schon vorher (1950) dasselbe bei ihren ähnlichen Versuchen festgestellt. Außer 2% Ammoniumsulfid, womit kein gleichbleibender sicherer Effekt erzielt wurde, verwendeten sie auch Natriumsulfid zur Inaktivierung. In 20 bis 30 Minuten Kochzeit erreichten sie in ihren Versuchen mit Merfenlösungen in der Konzentration von 0,002 bis 0,2% bzw. mit 0,005 bis 0,04% keine Entkeimung.

KISSKALT überprüfte eine 0,05%ige Merfen-Kochlösung, indem er je 4 g Sporenerde von über 20 Kochstunden Hitzeresistenz entweder in Reagenzgläsern aufgeschwemmt kochte oder in Filtrierpapiertüten in siedende Merfenlösung brachte. Sie wurden nach Kochzeiten von 5 Minuten an alle 5 Minuten, danach 50, 60 und 90 Minuten entnommen, mit physiologischer Kochsalzlösung zwecks Neutralisation durchgespült und auf Kontrollnährböden überimpft. Die Beobachtungszeit der Nährböden betrug 7 bis 10 Wochen. Die Versuche wurden mehrfach ausgeführt und hatten als Ergebnis: 5 bis 10 Minuten langes Kochen einer Sporenerde in 0,05%iger Merfenlösung tötete noch nicht die Sporen, denn es zeigte sich nach etwa 18 Tagen Wachstum auf den Kontrollnährböden. Dagegen führte 20 Minuten langes Kochen in

dieser Lösung stets zur Abtötung. KISSKALT erschwerte noch die Versuche, indem er die Sporenerde in Blut oder Serum in Kanülen eintrocknen ließ. 30 Minuten lang trocknete er zwecks Koagulierung bei 55° C, dann bei 90° C. Die in der Kanüle eingetrocknete Sporenerdmasse wurde mit einem Mandrin durchstoßen, um ein Lumen für den Zutritt der Merfenkochlösung zu schaffen. Kochzeiten von 10 bis 60 Minuten ergaben kein Wachstum auf den Nährböden. Nach KISSKALTs Überprüfung ist 0,05%ige Merfenlösung ein ausgezeichnetes Mittel zur Sterilisation von Instrumenten innerhalb 20 Minuten Kochzeit.

Merfen ist nach Untersuchungen von BAUMANN praktisch ungiftig. Der minimale, in einer Spritze verbleibende Rest (0,004 Milligramm) bei einfachem Ausspritzen und von 0,001 Milligramm, nachdem nochmals Luft durchgepreßt worden ist, habe sowohl für den Menschen als auch für Medikamente keine schädigende Wirkung. Nach SCHUBERT ist durch Nachbehandlung auch mit wässrigen Lösungen vom Kaliumsulfid bei Merfen eine ausgiebige Neutralisationsfähigkeit festzustellen. Eine geringere Wirkung hat die Nachbehandlung mit Seife (Kaliumpalmitat) auf Bakterien, die durch Merfen geschädigt worden sind. Durch die Chlorionen des Kochsalzes wird Merfen in seiner Wirkung durch Ausfällung gemindert. Es bildet sich dabei schwer lösliches Phenylquecksilberchlorid (KISSKALT).

ROEMERs Prüfungsversuche ergaben (1954), daß sich mit Merfen nur durch 30 Minuten langes Kochen in der konzentrierten handelsüblichen Merfenlösung von 0,2% Sterilität erreichen ließ. Je 2 g Sporenerde von mehr als 20-stündiger Dampfbeständigkeit wurden sowohl als Aufschwemmung als auch in kleinen zugébundenen Leinwandpäckchen 30 Minuten lang in Merfenlösung gekocht, danach zweimal in physiologischer Kochsalzlösung ausgewaschen und dann in 200 ccm Traubenzuckerbouillon bei 37° C bebrütet. In einer zweiten Serie wurde nach dem Auskochen durch sterile 2%ige Ammoniumsulfidlösung neutralisiert. Nach 10 Minuten Einwirkung wurde die Sporenerde mit sterilem, destilliertem Wasser ausgewaschen und ebenfalls in 200 ccm Traubenzuckerbouillon bebrütet. Die Kulturen wurden 30 Tage lang beobachtet. Von den Bouillonkulturen, die im Laufe der Beobachtungszeit Trübung zeigten, wurden Subkulturen auf Blutagarplatten angelegt, um etwaiges Wachstum von Sporenbildnern zu beobachten. Auch von klarbleibenden Bouillonkulturen wurden Stichproben gemacht und Überimpfungen auf Blutagarplatten vorgenommen. Die Beobachtungszeit betrug 6 Wochen. Nur mit 2-promilliger Merfenlösung konnte ROEMER absolute Sterilität durch halbstündiges Auskochen erzielen. Bei niedrigeren Konzentrationen konnte höchstens Wachstums-

hemmung erreicht werden, die durch Neutralisation mit Ammoniumsulfiden wieder aufgehoben werden konnte.

h) Sporil

ROEMERs Untersuchungen über die Sterilisationswirkung des Auskochens in Sporillösung in 0,75%iger Konzentration hatten als Ergebnis: 20 Minuten langes Auskochen in dieser Lösung genügt nicht, um hochresistente Bazillensporen sicher abzutöten. WERNER sowie POETSCHKE und HIRSCH, die 0,75%ige Sporilkochlösung auf ihr Sterilisationsvermögen unter denselben Bedingungen wie ROEMER prüften, kamen zu dem entgegengesetzten Ergebnis, nämlich daß 0,75%ige Sporilkochlösung in 20 Minuten Kochzeit sicher sterilisiert. POETSCHKE führte neben seinem Versuch mit 1,5 g Sporenerde von 24-stündiger Dampfesistenz in 0,75%iger Sporilkochlösung zur Prüfung des Sterilisationsvermögens noch einen Versuch nach der Keimträgermethode (POETSCHKE) durch, welcher dieselben positiven Prüfungsergebnisse ergab. Als Keimträger wurden Kunstseidenfäden aus dickem, chirurgischem Nylongarn von 1,5 cm Länge verwendet, die mit einem Gemisch aus etwa 6 ccm defibriniertem, frischem Hammelblut und 3 g Sporenerde getränkt wurden. Nach Antrocknen in 2-3 Stunden im Vakuum-Exsikkator wurden sie in derselben Versuchsanordnung behandelt. Die Nachkulturen wurden 5 Wochen lang beobachtet. Die Gleichwertigkeit beider Methoden wurde durch größere Untersuchungsreihen gesichert.

SCHMIDT und MAYER erkannten auf Grund ihrer Versuche, daß die in 20 Minuten erfolgende Sterilisationswirkung der 0,75%igen Sporilkochlösung abhängig ist von der Art des Keimträgers. Sie ermittelten, daß zur Sterilisation von chirurgischer Nähseide als Keimträger 20 Minuten, von Baumwollfäden und Leinenläppchen 30 Minuten, von Zahnbohrern 25 Minuten und von Kanülen 50 Minuten Kochzeit in 0,75%iger Sporillösung nötig sind. Eine Kochzeit von 50 Minuten müßte aus Sicherheitsgründen für die Instrumentensterilisation als Mindestzeit gefordert werden. CLOETERS konnte nach 20 Minuten Kochen von 2 g Sporenerde von mehr als 20-stündiger Dampfesistenz in Leinenläppchen in 0,75%iger Sporillösung keine Sterilität erzielen. WERNER erreichte in 10 Minuten Kochzeit mit 1%iger Sporillösung sichere Abtötung von Erdsporten, die eine 24-stündige Dampfesistenz hatten. Die Nachkultur bebrütete er sowohl aerob als auch anaerob und beobachtete die Kulturen 7 Tage. KNAPP und VÜLLERS benutzten zu ihren Sporilversuchen Baumwollfäden als Keimträger, die sie im Dampftopf in 0,75%iger Sporillösung kochten. 10 - 30 Minuten Kochzeit töteten nicht regelmäßig alle Keime ab.

Auch mit 1%iger Sporillösung konnten nach 10 bis 20 Minuten langem Kochen resistente Erdsproren nicht abgetötet werden. Wurden in 1%iger Sporillösung Baumwollfäden-Sporenträger 30 Minuten lang gekocht, so zeigten die Nachkulturen, die 4 Wochen aerob und anschließend 4 Wochen anaerob bebrütet wurden, kein Wachstum. Da geeignete Mittel zur Neutralisation bzw. Inaktivierung des Sporils fehlen, ließe sich nicht erweisen, ob der beobachtete Wachstumsstillstand auf den Kulturen tatsächlich Sterilität oder nur den Scheintod schwergeschädigter Keime darstellte.

MAASSEN und HANDLOSER kamen auf Grund ihrer Sterilisationsversuche mit sporenfizierten Glaskanülen durch Auskochen in 0,75%iger Sporillösung zu dem Ergebnis, daß Sporil zur Sterilisation von Kanülen bei 50 Minuten Kochzeit praktisch ungeeignet ist, dagegen für die Instrumentensterilisation mit 20 Minuten Kochzeit uneingeschränkt geeignet sei. Bei Hinzurechnen eines Sicherheitszuschlages müßten Kanülen länger als 1 1/2 Stunden in Sporillösung ausgekocht werden! (BERGER). Sporil, dessen chemische Zusammensetzung von der Herstellerfirma Kettenbach nicht bekannt gegeben wurde, kommt in Tablettenform zu 7,5 g in den Handel. Es hat leichten Kresolgeruch, belästigt aber nicht als Kochlösung (POETSCHKE) und greift Metalle nicht an. WEIGAND berichtet von Versuchen, die (1957) im Hygienischen Institut Frankfurt mit Sporil durchgeführt wurden: "Sporil habe in 0,75%iger Konzentration nicht ausgereicht, hochresistente Erdsproren bei einer Kochzeit von 50 Minuten abzutöten."

i) Tego 103 S

Als weiteres Desinfektionsmittel zur Kochsterilisation von Instrumenten gilt das Tego 103 S. Wegen seiner hohen Desinfektionskraft prüfte es BRAUSS in seiner Wirksamkeit auf resistente Erdsproren als Kochlösung in 5%iger Konzentration und glaubt auf Grund der günstigen Resultate zu der Schlußfolgerung berechtigt zu sein, "eine Verbesserung der Instrumentenbehandlung mit einer Abkochung von 30 Minuten in 5%iger Tegelösung empfehlen zu können". Nach Kochen von 1,5 g Sporenerde von über 20 Stunden Dampfesistenz in 150 ccm 5%iger Tegelösung mit unterschiedlichen Zeiten und Abgießen der Tegelösung wurde der Bodensatz, die Sporenerde, zweimal mit physiologischer Kochsalzlösung ausgewaschen und dann, mit Bouillon aufgefüllt, mehrere Tage aerob bebrütet. Danach wurde die Bouillon abgegossen, Tarozzi-Leberbouillon aufgefüllt und anaerob bebrütet. Die nach 10 Minuten Kochzeit übertragene und angestellte anaerobe Kultur zeigte Trübung und Gasbildung, nach 20 Minuten nur Trübung ohne Gasbildung; die Kultur nach 30 Mi-

nuten Kochzeit blieb klar. Weitere Angaben über Beobachtungszeit, Wachstum auf festen Nährböden, Art der Keime u. a. fehlen.

Im Gegensatz zu BRAUSS kamen KNAPP und VÜLLERS zu einem negativen Ergebnis. Sie stellten auf Grund ihrer Versuche mit Fadenkeimträgern fest, daß selbst 30 Minuten langes Erhitzen auf 100° C im Dampftopf von Sporenträgern in 10%iger Tegolösung bei resistenten Sporen nicht mit absoluter Sicherheit zur Sterilität führt. Sie hielten eine einstündige Inaktivierung der Tegoreste mit Phosphorwolframsäure, die im Kontrollversuch keine Hemmung auf die Nativsporen ausübte, für notwendig, um Wachstumshemmung der Subkulturen zu beheben. Bei den Kochversuchen mit schwächeren Konzentrationen von 2,5 - 5% der Tegokochlösungen zeigte sich das Auskeimen der Sporen in den Kulturen vorwiegend zwischen dem 3. bis 10. Tag. Bei den Kochversuchen mit den stärkeren, 5-10%igen Tegokochlösungen, erst zwischen dem 15. bis 20. Tag. Diese Beobachtungszeit ist also für das Kaltsterilisationsverfahren mit Tego 103 S unerläßlich.

2. Glykole-Verfahren

Die pharmazeutische Industrie brachte in neuerer Zeit chemische Mittel heraus, die in kurzer Zeit und in einfacher Ausführungsweise eine sichere Sterilisation ermöglichen sollen.

Ein solches Fabrikat ist der Äthylen-Glykol-Monoäthyläther von der Firma Kettenbach. Es ist eine farblose, wasserklare, organische Flüssigkeit, die unverdünnt zur Sterilisation verwendet wird. Ihr Geruch ist weder belästigend noch unangenehm. Der Glykoleäther hat einen Siedepunkt von 126° C und einen pH-Wert von 6,4 und ist sowohl in Alkohol als auch in Wasser gut löslich. Instrumente aus Metall und Glas werden nach Angabe der Firma im Vergleich zu den üblichen physikalischen Sterilisationsmethoden weit weniger angegriffen. Ebenso zur Sterilisation verwendbar sind andere organische Flüssigkeiten chemisch verwandter Verbindungen, wie Zylohexanon und Zylohexanol und ihre Verbindungen mit einer Alkohol- oder Ketongruppe, sowie alle Glykoleäther = monomolekulare Ätheralkohole von ein- und mehrwertigen Alkoholen und schließlich alle Aldehyde, wie z. B. Paraldehyd. Diese Substanzen haben alle einen hohen Siedepunkt, lassen sich leicht in Wasser oder Fett lösen und greifen Metalle nicht an. Wegen des großen Lösungsvermögens ist die Kombination dieser organischen Flüssigkeit mit speziellen Zusätzen möglich. Bei der Sterilisation von zahn-

ärztlichen Hand- und Winkelstücken kann ein Ölzusatz verwendet werden. Desinfektionsmittel, wie quaternäre Ammoniumbasen, Phenol und andere, die sich in jeder gewünschten Konzentration in Glykoläther lösen lassen, erhöhen durch ihren Zusatz die keimtötende Kraft des letzteren. Die Sterilisation nach dem Glykoleverfahren kann in einem metallischen oder gläsernen geschlossenen Behälter in einfacher Weise durchgeführt werden.

Eine Nachprüfung der Brauchbarkeit des Glykoleäthers als Kaltsterilisationsverfahren wurde von P. FÖHST vorgenommen. Instrumente (Bohrer) wurden mit Sporenerde von 27-stündiger Dampfresistenz und Hammelblut verunreinigt und in Glykolaether von 60° C eingelegt. Es erwies sich, daß die Instrumente nach 150 Minuten Einwirkungszeit steril waren. Weiter wurde ermittelt, daß die Zeiten, die zur Erreichung der Sterilität benötigt wurden, mit steigenden Temperaturen immer kürzer wurden. Die kürzeste Sterilisationszeit wurde also bei der Siedetemperatur von Glykolaether, bei 126° C, erreicht: Schon in 8 bis 10 Minuten trat Sterilität ein. Bei resistenteren Sporen, bei solchen mit 50-stündiger Dampfresistenz, wurde bei einer Temperatur von 70° C die Entkeimung in 150 Minuten, bei Siedetemperatur des Glykolaethers in 20 Minuten erzielt. Daneben untersuchte FÖHST auch die Reinigungskraft des Glykolaethers. Mit einem Gemisch aus Blut, Eiter und Erde wurden Instrumente verschmutzt und 24 Stunden lang getrocknet. Nach Einlegen in Glykolaether bei Zimmertemperatur war das Gemisch in 24 Stunden völlig gelöst. Mit höheren Temperaturen verstärkte sich auch die Reinigungskraft. Die Prüfungsergebnisse von FÖHST mit unverdünntem Glykolaether bei 60° C bzw. 126° C waren: Sterilisation in 2 1/2 Stunden bzw. 8-10 Minuten. Die Angabe der Sterilisationsdauer bei 100° C fehlt in FÖHSTs Arbeit.

3. Asphalin-Verfahren

Ein andersartiges Kaltsterilisationsverfahren, das bei Zimmertemperatur durch Gasbildung eine Sterilität von Instrumenten herbeiführen soll, ist das Asphalin-Verfahren. Asphalin wird von der Firma Laboratoires Sauter S. A., Genf, in Tablettenform in den Handel gebracht und kann außerdem zur sterilen Aufbewahrung von Instrumenten gebraucht werden (KAUFMANN). Das Präparat Asphalin enthält Trioxymethylen, das ständig gasförmiges Formaldehyd abgibt und von starker keimtötender Wirkung ist. Daneben spaltet Asphalin noch Thymol und Kampfer ab, die beide bakteriostatisch und wachstumshemmend auf Sporen wirken.

Die Ausführung des Sterilisationsverfahrens ist einfach: Das Sterilisiergut wird zugleich mit einer Tablette Asphalin in eine Asphalin- oder Petrischale ge-

legt und die Schale geschlossen. So wird es der Einwirkung der Dämpfe von Formalin, Thymol und Kampfer in sich steigendem Maße ausgesetzt. Zur Prüfung der Sterilisationswirkung in verschiedenen Zeitabständen muß vor der Beimpfung der Nachkulturen die Entgiftung und Befreiung von Spuren jeder dieser drei verschiedenen Substanzen durchgeführt werden, um ihre hemmende Wirkung auf das Wachstum der Bakterienkulturen aufzuheben. KAUFMANN benutzte zur Eliminierung des Formalins 1%ige Natriumthiosulfatlösung, in welcher die Sporenkeimträger 5 Minuten gewaschen wurden. Zur Aufhebung der Thymol- und Kampfernachwirkung wurde steriler 96%iger Alkohol verwendet, in dem die Keimträger anschließend 15 Minuten lang belassen wurden. Danach wurden sie in sterilem Leitungswasser abgespült und schließlich in Kulturnährflüssigkeiten überimpft. Als solche wurden für die Züchtung von Aerobiern 2%ige Traubenzuckerbouillon, für Anaerobier Natriumthiosulfatbouillon verwendet. Als Keimträger dienten Glassplitter, gezahnte Nadeln und Filterpapier, deren Infektion durch Einlegen in eine Bouillonkultur der Testkeime vollzogen wurde. Die Sporen hatten eine Kochresistenz von mehr als 12 Stunden. Es waren Sporen von Heu-, Wurzel-, Tetanus- und Gasbrandbazillen. Durch das Asphalinverfahren wurden diese innerhalb von 72 Stunden abgetötet.

Wegen der möglichen Wachstumshemmung durch Asphalinspuren stellte KAUFMANN noch Tierversuche zur Sicherung seiner Ergebnisse an. Mit Tetanussporen infizierte Rattenschwanzfeilen wurden nach Trocknung im Exsikkator in die mit einer Asphalintablette beschickte Asphalinschale eingelegt. Nach Einwirkung von einem Tage, zwei und drei Tagen wurde jeweils eine Feile entnommen und von ihr ein etwa 3 mm langes Stück in Äthernarkose einer Maus proximal der Schwanzwurzel implantiert. Es zeigte sich, daß die an den Feilen haftenden Tetanussporen durch das Asphalinverfahren innerhalb von drei Tagen = 72 Stunden nicht mehr infektiös waren. Durch weitere Versuche über die Wirkungskdauer von Asphalintabletten kam KAUFMANN zu dem Ergebnis, daß die Tablette für mindestens 2 Wochen eine sichere keimtötende Wirkung in der Asphalinschale hat. Bei längerer Lagerungszeit wird die Wirkung unsicher. Auf Grund der Versuchsergebnisse gelangt KAUFMANN zu der Feststellung, daß sich das Asphalinverfahren sowohl zur Sterilisation als auch zur sterilen Aufbewahrung des zahnärztlichen Kleininstrumentariums eignet, wenn Instrumentarium und Asphalinschale vorher gründlich gereinigt worden sind. Jede Beschickung einer Schale mit einer Asphalintablette gilt nur für eine Sterilisation. Daher werden für diese Methode mehrere Asphalin- oder Petrischalen gebraucht. Das Kleininstrumentarium kann frühestens nach 3 Tagen steril zum Gebrauch entnommen werden.

In England wurden Erfahrungen mit weiteren Desinfektionsmittelzusätzen beim Kochprozeß gesammelt (SYKES). Das Verfahren entspricht unserer Kaltsterilisation.

COULTHARD berichtete 1936, daß wässrige Suspensionen von resistenten Bazillensporen durch Zugabe kleiner Mengen von Brilliantgrün, Formaldehyd und Quecksilberchlorid sterilisiert werden können. Seine Beobachtungen wurden 1938 von BERRY, JENSEN und SILLER bestätigt. COULTHARD vermehrte 1939 die Zahl der Zusatzmittel um zwei weitere: p-Chlor-m-Kresol und Phenylquecksilbernitrat, die er erprobte. Seine Methode der Kochsterilisation mit diesen Substanzen wurde 1941 von der britischen Pharmakopöe als sicher wirkendes Mittel zur Sterilisation von Spritzen aufgenommen. Das Auskochen in fest verschlossenen Gefäßen für 30 Minuten mit 0,2% p-Chlor-m-Kresol oder 0,002% Phenylquecksilbernitrat stellt nach COULTHARD eine Methode zur sicheren Sterilisation dar.

4. Ottboril-Verfahren

Das Bemühen der deutschen pharmazeutischen Industrie, dem Zahnarzt ein brauchbares Desinfektionsmittel mit gesteigerter Keimtötungskraft zur Instrumentensterilisation zu liefern, ist aus der Zahl der neu im Handel erscheinenden Chemikalien ersichtlich, von denen die meisten als Zusatz zu siedendem Wasser zur Sterilisation in 15-20 Minuten nach Angabe der Herstellerfirmen verwendet werden können. Ein bestechend einfaches Schnellsterilisationsverfahren, das bei Zimmertemperatur in 5 Minuten Instrumentensterilisation bewirken soll, bot die Firma Multident-G.m.b.H., Hannover-Buchholz, mit ihrem Erzeugnis "Ottboril" an. Es handelt sich um ein Paraldehyd, das 3% einer Formaldehydverbindung enthält. Mit dieser Flüssigkeit wird ein metallischer oder gläserner Behälter gefüllt, in den die vorher mechanisch gesäuberten Instrumente zur Sterilisation eingelegt und mit einem Deckel verschlossen werden. Nach 5 Minuten sollen die Instrumente steril zum Gebrauch entnommen werden.

5. K 3-Verfahren

Vor der Propagierung des Ottborils als Kaltsterilisationsverfahren für zahnärztliche Instrumente war schon ein anderes, ebenfalls bei Zimmertemperatur Sterilität bewirkendes Mittel, unter dem Namen K 3 bekannt geworden. Nach KERN soll es sich in der Praxis bewährt haben und hat folgende Zusammensetzung:

Formaldehyd solutus DAB	25,0
Zephirol	10,0
Leitungswasser ad	500,0

In dieser Kombination soll eine schnelle Sterilisation von Spritzen und Hohl-nadeln bei Zimmertemperatur erfolgen. Das Verfahren ist ebenfalls sehr ein-fach in der Anwendung: In eine verschließbare Schale, die mit K3-Lösung gefüllt ist, werden Kanülen und Spritzen, nachdem sie mechanisch gereinigt und mit K3-Lösung durchgespült worden sind, eingelegt, die Spritzen mit zurückgezogenem Stempel, so daß sie mit K3-Lösung gefüllt sind. Nach 10 Minuten sollen die Instrumente in der Schale sterilisiert sein und zum Ge-brauch entnommen werden können. Da die Wirksamkeit der K3-Lösung in einigen Wochen nachläßt, muß die Lösung etwa alle 4 Wochen erneuert werden. Das Zephirol der K3-Lösung greift die Oberflächen der Keime durch Absorption an und erschließt sie der Formalinwirkung. Die beiden Kompo-nenten des K3 wirken mit ihrer Keimtötungskraft in verstärktem und einan-der ergänzendem Maße in kurzer Zeit.

Da die Lösung Metalle korrodiert, wird von KERN die Verwendung unangreif-barer Nylonspritzen empfohlen. Sterilisationsversuche führte Kern mit nati-ven Erdsporen von mehr als 20-stündiger Dampfresistenz und K3-Lösung aus. Als Kulturmedium verwendete er Natriumthioglykolat-Dextrose-Bouillon zur Inaktivierung von Formalin und Zephirol. Die Kulturen wurden 10 Tage bebrütet. Seine Versuche "unter normalen Praxisbedingungen" führte er in folgender Weise aus: Spritzen und Kanülen wurden nach ihrer Entnahme aus der K3-Lösung bis zum Verschwinden des Sprays durchgeblasen. Nach Auf-saugen von sporenhaltigem Serum und Durchschütteln des Inhalts 2 Minuten lang wurden die Spritzen und Kanülen ausgespritzt und unter fließendem Was-ser gereinigt, sodann für 10 Minuten in K3 zur Sterilisation eingelegt. Dann wurde wieder ausgespritzt und bis zum Verschwinden des Sprays ausgeblasen. Danach wurden Bouillonkulturen beimpft, einmal durch den letzten Spray, dann durch Abstrich vom Stempel, und schließlich wurde mit der Spritze drei-mal Bouillon aufgesaugt und jedesmal eine neue Kultur damit angesetzt. In keiner der Kulturen wurde Wachstum von Keimen beobachtet. Auch mehr-faches Ausspülen der Spritze mit Thioglykolbouillon zum Entgiften von K3-Spuren ließ kein Wachstum mehr aufkommen. So ergab der Versuch sichere Sterilisation in spätestens 10 Minuten mit K3-Lösung bei Zimmertemperatur.

IV. VERGLEICH DER BEKANNTEN KALTSTERILISATIONSVERFAHREN

In der Übersichtstabelle 1 haben wir in den ersten Rubriken die Versuchsbedingungen zur Prüfung der Sterilisationswirkung siedender Kochlösungen mit Desinfektionsmittelzusätzen so zusammengestellt, wie die Autoren diese im Schrifttum angegeben haben. Aus der Tabelle ersehen wir, daß die Forderungen KONRICHs nicht von allen Autoren erfüllt wurden, nämlich daß statt 1-2 g Erdsproren von mindestens 12 D = 12-stündiger Dampfesistenz häufig geringere Mengen als 1 g Gartenerde verwendet wurden. Die Dampfesistenz der Erdsproren variiert zwischen ungefähr 3 1/4 Stunden und 60 Stunden (s. Tabelle 5).

Die Nichtbeachtung der vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ist darauf zurückzuführen, daß diese von einigen Autoren als zu hart empfunden wurden. SOBERNHEIM und GRUMBACH halten die strengen Forderungen KONRICHs für stark übertrieben und wirklichkeitsfremd. SOBERNHEIM und MÜNDEL sind der Ansicht, daß durch dieses Verfahren nicht die Resistenz der Testsporen geprüft würde, sondern der Schutz, den ihnen die Erde verleihe, wenn 1-2 g Sporenerde als Testmaterial zur Sterilisationsprüfung verwendet werden soll. GRUMBACH ist der Auffassung, daß die Versuchsanordnung nicht den natürlichen Verhältnissen angepaßt sei, wenn Gartenerde grammweise mitsterilisiert werde. Andererseits widerspricht ZEISSLER der Meinung von BREKENFELD und KAYSER, daß eine exakte Prüfung im Laboratorium allzusehr von den Verhältnissen der Praxis abweiche und daher abzulehnen sei. Mit Rücksicht auf etwa geringere Erfordernisse der Praxis dürften die Versuchsbedingungen nicht weniger streng sein. ZEISSLER beruft sich dabei auf die gesetzliche Festlegung des Sterilisationsbegriffes im Arzneibuch für das Deutsche Reich als das "Freimachen eines Gegenstandes von allen Keimen". Die strenge Forderung des Gesetzes dürfe bei der Prüfung eines Sterilisationsverfahrens auch nicht umgangen werden durch "mechanische Reinigung", die soviel vom Testobjekt der sporenbaltigen Erde mechanisch wegnimmt, daß dann weniger als vielleicht ein Hundertstel des erforderlichen Minimums davon in die Schlußkultur kommt. Das in der Praxis übliche Säubern der Instrumente mit Bürste und Sodaaugung vor dem Sterilisieren fordert BREKENFELD dagegen bei seinen Sterilisationsversuchen als eine den wirklichen Praxisverhältnissen entsprechende Maßnahme. Die mechanische Reinigung gehört zum Sterilisationsvorgang.

Es bestehen also entgegengesetzte Auffassungen von den notwendigen Versuchsbedingungen zur Überprüfung eines Verfahrens der Kaltsterilisation: Die strenge Schule KONRICH-ZEISSLER verlangt die Erfüllung strengster Bedingungen einer exakten Laboratoriumsuntersuchung. Die weniger strenge Schule SOBERN-

Tabelle 1: Prüfungsergebnisse der Autoren mit eigenen bakteriologischen Untersuchungen.

Autor	Testkeime: Resistenz der Erdsäuren in Std. D = Dampfresistenz K = Kochresistenz	Jahr	Erde in g	Soda	Soda und Formaldehyd	Sagrotan	Baktol	Zephirol	Form- aldehyd	Quarta- mon	Desogen
Konrich	60D	1932		ϕ (1% i 8h Autoklav)							
Konrich	60D	1932		+ (1% i 3h, Kocher)							
Konrich	60D	1932		+ (2% i 90')							
Konrich	60D	1932		+ (5% i 105', Kocher)							
Konrich	60D	1938		+ (2% i 6h, Autoklav)							
Sobernheim	7 - 14 D	1932		+ (1% i 10 - 25')	+ (1-2% S + 0,04 F i 10-15')						
Sobernheim	7 - 14 D	1932		+ (2%)							
Sobernheim	14D	1936		< 10 u. 30')							
Sobernheim	14D	1936		+ (1% i 20')							
Sobernheim	14D	1936		+ (2% i 10')							
Sobernheim und Mündel	60D	1936	1-2		+ (5% S + 0,06% F i 5')						
Sobernheim und Mündel	60D	1936			+ (1-2% S + 0,01-0,02% F i 5-10')						
Fels Leusden u. von Bremen	> 3 1/4 D	1938				ϕ 2,5% 90'	+ (2-3% 60')	+ (2-3% 10-20)			
Mündel	~ 10K	1938	0,7	+ (2% i 30')	+ (2% S + 0,1% F i 10')						
Brekenfeld	12K	1938	< 1					+ (0,75% 5')			
Kayser	12K	1938	< 1					+ (2% i 15')			
Stulz	6-8'D	1938			+ (2% S + 0,1% F i 20-30')				ϕ (0,1%)		
Zeissler und Günther	> 50K	1939	15					ϕ 10 u. 20' i 15)			
Grumbach	20K	1941		ϕ (2% i 10-30')	+ (2% S + 0,1% F i 5-10)						+ (2% 60')
Gelinsky	20D	1941							+ (4% 10-15')		
Stulz	< 20D	1942			+ (5% S + 0,04% F i 15')						

Autor	Testkeime: Resistenz der Erdsproren in Std. D = Dampresistenz K = Kochresistenz	Jahr	Erde in g	Soda	Soda und Formaldehyd	Merfen	Sporil	Tego 103 S	Form- aldehyd	K 3
Thomann		1946				+10005-000% 15)				
Regamey	20	1943				+1002 % i 60)				
Regamey	20	1943			+12 % S.+004 % F.20)	+1005 % i 10)				
Werner	24 D	1949					+1075 % i.20)			
Poetschke u. Hirsch	24 D	1950	1,5	ø (1-5 %)		+1075 % 20)	+1 % i.10)		+14 % 10-15)	
G. Roemer	> 20 D	1950	2			ø1006 % i. 10)	ø1075 % 20)			
G. Roemer	> 20 D	1954	2			+102 % i 30)				
W. Brauss	> 20 D	1951	1,5					+15 % 30)		
Knapp und Vüllers	> 20 D	1950				ø10002 %- 002 % i.20)				
Knapp und Vüllers	> 20 D	1953				ø10005-000 % 30)	ø1075 % 10-30)	ø125-10 % 30)		
Knapp und Vüllers	> 20 D	1953				+1006 % i 10)	+1 % i. 30)			
Knapp und Vüllers	> 20 D	1953								
Cloeters	> 20 D	1950	2			ø10002 - 002 % i.20)	ø1075 % i 20)			
Gelinsky und Lockemann	~ 10' D	1952	0,5		ø101 - 025 % F.+05- 2 % S.45)					
Lockemann	~ 10' D	1952	0,5		+1-2 % S.+2-4 % F. 5-10)				ø115 % 5')	
Moassen und Handloser	> 20 D	1953	3				+1075 % i.20)			
B. Schmidt und Mayer	24 D	1953	1,5				+1075 % 50)			
Kisskall	20 K	1954	4			+1005 % i 20)				
B. Kern	> 20 D	1954/55	<1							+1 10')
U. Berger	60	1954/55		+12 % i.6 h)	ø12 % S.+ 0,04 % F.)		+1075 % 25-50 Kern > 50)		ø1 Dampfe)	
Weigand	hochresistent	1957		+12 %)			ø1075 % 30)		+10,25 %)	
J. Kaufmann	> 12 K	1956			Asphaltinverfahen (72 Stunden)					

HEIM-GRUMBACH, welche die angeblich geringeren Erfordernisse der Praxis berücksichtigt, mildert die Prüfungsbedingungen KONRICHs. Sie verwendet daher zur Prüfung des Verfahrens der Instrumentensterilisation oft die einfache Suspensions- und Keimträgermethode.

In der Tabelle 1 haben wir ferner die Veröffentlichungen der Autoren, die über die Kaltsterilisation berichten, in zeitlich geordneter Reihenfolge zusammengestellt, um eine Übersicht über die verschiedenen Ergebnisse zu erlangen. Überblicken wir die Resultate der Sterilisationsversuche bei Kochhitze unter Zugabe verschiedener Stoffe, so ergibt sich aus dem Schrifttum für die Bewertung von Soda als Zusatzmittel: Soda als 2% ige Kochlösung wird von SOBERNHEIM und MÜNDEL als für die Praxis sicher wirkendes Sterilisationsverfahren empfohlen, da es nur 10 bis 30 Minuten Kochzeit erfordert. Ihnen wird auf Grund ihrer Versuche widersprochen von GRUMBACH, POETSCHKE und HIRSCH, die in der praktisch brauchbaren Zeit von 10 - 30 Minuten mit dem Soda-Kochverfahren keine Sterilität erzielen konnten. BERGER schließt sich ihnen an und beruft sich auf die streng wissenschaftlich durchgeführten Untersuchungen von KONRICH (1932 und 1938). KONRICH habe mit kochender 1%iger Sodalösung in 8 Stunden noch keine, mit 2%iger Sodalösung in 6 Stunden Sterilität erzielen können. BERGER betont mit den Worten: "So lange aber wird kein Praktiker seine Instrumente kochen wollen", die Unbrauchbarkeit der Sodakaltsterilisation für die Praxis und weist auf die Nachteile hin, die dem Praktiker und seinem Patienten durch das Auskochen mit Sodalösung erwachsen können: Gefahr der Verätzung oder Nekrosen der Mundschleimhaut und Gewebe durch Instrumente, die mit Soda ausgekocht wurden, mit evtl. strafrechtlichen Folgen.

Das Kochverfahren mit Sodalösung unter Zusatz von Formaldehyd wurde in der medizinischen Literatur anfänglich sehr günstig beurteilt. SOBERNHEIM preist den Zusatz von Formaldehyd in den verschiedenen Konzentrationen von 0,04 - 0,2% zur Sodakochlösung als eine Errungenschaft, welche die Kochzeit dieses Sodaverfahrens noch weiter verkürzt, auf 15, 10 und 5 Minuten. MÜNDEL, STUTZ, GRUMBACH und REGAMEY bestätigten seine Versuchsergebnisse durch eigene Versuche, bis GELINSKY und LOCKEMANN die Versuchsergebnisse von Stutz überprüften und in Frage stellten. Ihre Kochversuche mit 2%iger Sodalösung unter Zusatz von Formaldehyd in schwacher Konzentration führten keine Sterilität in praktisch brauchbarer Zeit herbei. BERGERs Versuche bestätigten dies. Bei der nach kurzer Kochzeit festgestellten Sterilität handelte es sich in Wirklichkeit um eine Entwicklungshemmung. Bei längerer Beobachtung der Nachkulturen bis zu 3 Monaten hätten die schwer-

geschädigten Keime sich wieder erholen und Wachstum zeigen können. Die Versuchsergebnisse von SOBERNHEIM et alii, nämlich Sterilität in kurzer Kochzeit, seien also Trugschlüsse. GELINSKY und LOCKEMANN kommen dagegen auf Grund ihrer eigenen Versuche zu dem Ergebnis, daß 2- bis 4%ige Formaldehyd-Kochlösungen mit 1-2% Sodazusatz (als Rostschutz) hochresistente Erdsproren in 5 bis 10 Minuten sicher abtöten. Wenn man von der belastigenden Reizwirkung der Schleimhäute durch Formaldehyddämpfe absieht, ist 2-4%ige Formaldehydkochlösung als ein in 10-15 Minuten sicher wirkendes Sterilisationsmittel zu verwenden, wie es auch POETSCHKE und HIRSCH durch ihre Versuche bestätigen.

Für die Bewertung von Sagrotan als Zusatz zu einer Kochlösung liegt nur ein Bericht von PELS-LEUSDEN und v. BREMEN in der Literatur vor, nach dem 2,5%iges Sagrotan als Zusatz Erdsproren erst in 1 1/2 Stunden Kochzeit abtötet, demnach also für die Praxis nicht geeignet ist. Dasselbe gilt von Baktol, das von denselben Autoren geprüft wurde und als Kochlösung in zwei- und dreiprozentiger Konzentration erst in 60 Minuten zur Entkeimung führte.

Weiter ersehen wir an Hand der Tabelle 1, daß LEUSDEN und v. BREMEN sowie BREKENFELD und KAYSER mit 0,75%, 2% und 3% Zephirol als Zugabe in ihren Kochversuchen zur Sterilisation von Instrumenten in für die Praxis günstigen Kochzeiten Sterilität erreichten. Ihren Empfehlungen widersprachen ZEISSLER und GÜNTHER, welche die Versuchsanordnungen überprüften. ZEISSLER wies darauf hin, daß BREKENFELD und KAYSER die verbindliche Forderung KONRICHs, mindestens 1 g Testerde zu Sterilisationsversuchen zu verwenden, nicht erfüllten. Sie säuberten die verunreinigten Instrumente mechanisch, so daß kaum sichtbare Spuren von Gartenerde an diesen haften und eine zu geringe Menge von Erdsproren für die Übertragung auf die Nachkulturen übrig blieb. Sodann waren nach dem Kochen Zephirolreste weder durch Neutralisation noch durch einen Versuch der Bindung durch die Wahl des Nährbodens entfernt worden, so daß die Möglichkeit der Wachstumshemmung in den Kulturen besteht. Jedes einzelne der hier gegen die Arbeitsweise BREKENFELDs und KAYSERS vorgebrachten Argumente reiche für sich allein aus, das Ergebnis der Instrumentensterilisationsversuche dieser Autoren durch Kochen in Zephirollösung in Frage zu stellen.

In einwandfreier Versuchsanordnung haben dann ZEISSLER und GÜNTHER die Sterilisationswirkung einer 10 und einer 20%igen Zephirolkochlösung in der für den Praktiker in Betracht kommenden Kochzeit von 15 Minuten untersucht und mit diesem Mittel keine Sterilisation erreicht. Gleichzeitig prüften sie in der gleichen Versuchsanordnung 10- und 20%ige Quartamonlösung auf ihre

Sterilisationswirkung in 15 Minuten Kochzeit und erzielten dasselbe negative Ergebnis wie bei Zephirol. Desogen ist als 2%ige Kochlösung ebenso wie jenes zur Sterilisation von Instrumenten für den praktischen Zahnarzt nicht brauchbar. GRUMBACH konnte mit dem Desogen-Sterilisationsverfahren, das er genau nach den Richtlinien KONRICHs durchführte, erst nach 60 Minuten Kochdauer Sterilität erzielen.

Ein Blick auf das Schrifttum über das Sterilisationsvermögen von Merfenlösungen an Hand der Tabelle ergibt verschiedene Forschungsergebnisse. Das von THOMANN als 0,005-0,01%ige Kochlösung empfohlene Merfen sollte in 15 Minuten Instrumente sterilisieren. Während REGAMEY ebenfalls zu positiven Sterilisationsergebnissen kam, erzielten ROEMER, CLÖTERS sowie KNAPP und VÜLLERS in eigenen Versuchen mit Kochlösungen von 0,002 bis 0,34% Merfen als Zugabe keine für den Praktiker annehmbare Kochzeit innerhalb 10 bis 15 Minuten für die Sterilisation. Ihnen widerspricht KISSKALT, dessen Versuche sichere Instrumentensterilisation in 20 Minuten mit 0,05%iger Merfenlösung ergaben. Da die Versuche der Autoren mit negativen ebenso wie die Versuche von KISSKALT mit positiven Ergebnissen in ihrem Arbeitsgang unanfechtbar und streng nach KONRICHs Anweisungen durchgeführt wurden, ist die Brauchbarkeit der Merfenkochlösung zur Instrumentensterilisation für den Zahnarzt ungewiß.

Überblicken wir die Versuchsergebnisse von Sporil als Zugabe zu Kochlösungen, so ersehen wir übereinstimmende positive Resultate mit 0,75% Sporil in der Kochzeit von 10 bis 25 Minuten bei WERNER, POETSCHKE und HIRSCH, bei MAASSEN und HANDLOSER, sowie bei BERGER. Die drei letztgenannten Autoren schließen aber die Sterilisation von Kanülen mit diesem Verfahren aus, da diese nach BERGER 90 Minuten dafür benötigten. Im Widerspruch zu diesen allen stehen die Ergebnisse von ROEMER, CLÖTERS sowie von KNAPP und VÜLLERS, SCHMIDT und MAYER, von WEIGAND, die in 10 bis 30 Minuten keine Sterilität mit siedender 0,75%iger Sporilkochlösung erreichen konnten, oder erst nach 50 Minuten. Die Untersuchungsmethode, die sowohl von POETSCHKE und HIRSCH als auch von ROEMER streng nach den Forderungen KONRICHs durchgeführt wurde, ergab also entgegengesetzte Resultate für dasselbe Zusatzmittel. Dieses Sporil-Sterilisationsverfahren ist demnach für den Praktiker unzuverlässig.

BRAUSS hält sich auf Grund seines Versuchsergebnisses, das er mit Tego 103 S als Zugabe zur Kochlösung erzielte, für berechtigt, eine Verbesserung der Instrumentenbehandlung mit einer Abkochung von 30 Minuten in 5%iger Tegolösung zu empfehlen. Nachprüfungen von KNAPP und VÜLLERS mit Fa-

denkeimträgern in 2,5-10%iger Tegokochlösung konnten keine Sterilisation in 30 Minuten erzielen. Infolge dieser sich widersprechenden Prüfungsergebnisse ist das Kochverfahren mit Tego 103 S als unsicher und für die Praxis daher nicht geeignet zu bezeichnen.

Das Prüfungsergebnis vom Glykoleverfahren, das als einziges in der Literatur von FÖHST (Kettenbach) vorliegt und das Sterilität in unverdünntem Glykoleaether, je nach Sterilisationstemperatur - bei 60° C in 2 1/2 Stunden und bei 126° C in 8-20 Minuten - erreicht, muß in Frage gestellt werden. Die Prüfung ist nicht zu Ende geführt, da die Frage, ob Entwicklungshemmung oder wirkliche Sterilität vorliegt, nicht untersucht worden ist durch Entgiftung, Anlegen von Nachkulturen, Bebrütung und längere Beobachtung derselben.

Die einfache Durchführung des Asphalinerfahrens bei Zimmertemperatur zur sicheren Sterilisation des zahnärztlichen Kleininstrumentariums nach vorheriger mechanischer Säuberung ohne kostspielige Apparatur hat den Nachteil des großen Zeitaufwandes von 72 Stunden = 3 Tagen, der für die Sterilisation benötigt wird. Im übrigen ist es ein brauchbares Verfahren zur sicheren Sterilisation und Aufbewahrung von zahnärztlichem Kleininstrumentarium bis zum Gebrauch.

In England wird das Kochen in Wasser mit Zugabe von 0,2% Chlorkresol oder mit 0,002% Phenylquecksilbernitrat als Verfahren für die sichere Sterilisation von Spritzen und Kanülen in 30 Minuten empfohlen, nachdem die sporizide Wirkung der Zusätze im Tierversuch von COULTHARD nachgewiesen worden sei.

Ottboril und K3 werden von den Herstellerfirmen für die Instrumentensterilisation in wenigen Minuten bei Zimmertemperatur als sichere Mittel bezeichnet, bedürfen in ihrer Wirkung aber noch der Nachprüfung (s. V).

Bei Durchsicht der Versuchsergebnisse der in Tabelle 1 verzeichneten Autoren kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß es kein sicheres, schnellwirkendes Verfahren der Kaltsterilisation für den praktischen Zahnarzt gibt. Von den beschriebenen Kaltsterilisationsverfahren kann keines die Sterilisationswirkung der physikalischen Sterilisationsapparate als ebenbürtig ersetzen. Das Auskochen von Instrumenten in einer der Kochlösungen mit chemischem Zusatz in einer halben Stunde bis 1 1/2 Stunden bei Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors kann nur ein Notbehelf bei der Sterilisation sein, wenn der Autoklav oder der Heißluftschrank einmal aus technischen Gründen ausfallen. BERGER weist auf die Unzuverlässigkeit der Kochlösungen gegenüber der sicheren phy-

sikalischen Sterilisation hin und hebt die Nachteile hervor, die den Kaltsterilisationsverfahren anhaften und allein schon genügten, die Anwendung der Kaltsterilisation abzulehnen. Die Entkeimung von Tupfern, Gummihandschuhen und Injektionslösungen könnte nur im Autoklaven durchgeführt werden, dessen Anschaffung schon deshalb unumgänglich sei. Die Kaltsterilisation durch Kochlösungen + Desinfektionsmittelzusatz sei dann überflüssig.

Ebenso wichtig und notwendig wie die Sterilisation von Instrumenten selbst ist auch ihre sterile Aufbewahrung bis zu ihrem Gebrauch. Bei offener Aufbewahrung der sterilisierten Geräte im Instrumentenschrank oder in Behältern, die öfter geöffnet werden müssen, sind die Geräte der aerogenen Infektion ausgesetzt. In der Zimmerluft sind Bakterien und Sporen vorhanden, die sich auf den offen aufbewahrten sterilisierten Instrumenten ansiedeln. In kurzer Zeit sind diese nicht mehr steril. Um die Infektion durch Keime aus der Luft auszuschalten, muß der Behälter gleichzeitig mit der Spritze und den Kanülen, die vor der Sterilisation in ihn gelegt sein müssen, sterilisiert werden. Als brauchbarer Behälter für die Spritzen wird ein Reagenzglas mit Wattestopfen empfohlen. Während der Hitzesterilisation ist das Glas unverschlossen, damit die Hitzeeinwirkung unbehindert auch das Innere des Glases erreichen kann. Unmittelbar nach Beendigung der Sterilisation und Öffnen des Sterilisierapparates wird der mitsterilisierte Stopfen auf das sterilisierte Reagenzglas aufgesetzt und so Spritzen und Kanülen bis zum Gebrauch aufbewahrt. Zur Sterilisation im Autoklaven kann die Ganzglasspritze zusammengesetzt bleiben; für die Recordspritzen ist die Zerlegung in Metallkolben und Glaszylinder notwendig, um das Platzen des Glases zu vermeiden. Statt der Gläser kann man Tücher als Behälter zur Sterilisation benutzen. Kanülen, Teilstücke der Spritzen und Instrumente werden einzeln in Gazetücher gewickelt und alles zusammen in ein Tuch gehüllt, mit dem es zusammen sterilisiert wird.

Tabelle 2: Übersichtstabelle

Instrumente	Verfahren	Aufbewahrung
A. Injektionsspritzen und Kanülen	Sterilisation (Autoklav, evtl. Trockenschrank)	Mit Watte gestopfte und mitsterilisierte Reagenzgläser, Glaszylinder und -kolben, mitsterilisierte Tücher.
B. Chirurgische Instrumente: Skalpell, Raspatorium, chirurgische Nadeln und -halter, Meißel, Knochenzangen, Fräsen usw.	Sterilisation (Autoklav, evtl. Trockenschrank)	Wie unter A und mit Trommeln nach Schimmelbusch
C. Papier- und Gutta-perchaspitzen	Sterilisation (Autoklav bzw. Asphalinschalen mit Asphalintabletten für 3 Tage)	In Petri- bzw. Asphalinschalen
D. Bohrer und Pulpen- bzw. Wurzelbehandlungsinstrumente	Sterilisation (Kleininstrumentarium mit Asphalintabletten für 3 Tage in Asphalinschalen)	In Petri- bzw. Asphalinschalen

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die zahnärztlichen Instrumente, die sterilisiert werden müssen, über das Sterilisationsverfahren, das Sicherheit verbürgt und über die Art der sicheren sterilen Aufbewahrung bis zum Gebrauch.

Im Gegensatz zu unserer Schlußfolgerung, daß es kein sicheres Verfahren der Kaltsterilisation gibt und ein solches nur als Notbehelf angewendet werden dürfe, empfiehlt BAUMANN als Beauftragter der von der Schweizer Ärztegesellschaft eingesetzten Kommission, die von namhaften Wissenschaftlern der medizinischen Fachgebiete beraten wurde, die Verwendung von 2% Sodakochlösung als sicheres Kaltsterilisationsverfahren. Er beruft sich dabei auf SOBERNHEIM, der in 15 Minuten mit Sodakochlösung eine sichere sporozide

Wirkung auf Erdsproren erzielte. Dieselbe Empfehlung gelte für die Sterilisation mit Kochlösungen unter Zugabe von 0,02% Merfen oder 2% Desogen.

Nach BERGER ist der rechtliche Aspekt des Sterilisationsproblems in verschiedenen Ländern unterschiedlich. Dieses werde offenbar, wenn ein Zahnarzt in die Lage komme, wegen einer Wundinfektion von dem betroffenen Patienten oder seinen Angehörigen vor Gericht zur Rechenschaft gezogen zu werden. "Der schweizer Zahnarzt wird vor Gericht Sachverständige der Schule SOBERNHEIM-GRUMBACH zu erwarten haben und daher bei Durchführung der Kochsterilisation mit Soda-, Formalin-, Desogen- oder Merfenlösung ausreichend gedeckt sein. Der deutsche Zahnarzt hingegen dürfte sich am besten beraten finden, wenn er sich an die Ratschläge hält, die der wissenschaftliche BEIRAT des Präsidiums des deutschen Ärztetages zur Sterilisation von Spritzen und Instrumenten im Jahre 1953 herausgegeben hat. Darin wird als einzige, (weil besonders bewährte) Kochflüssigkeit eine (0,5%ige) Formalin- (0,2%) Natriumnitritlösung empfohlen. Wessen Schleimhäute Formaldehyddämpfe in dieser Konzentration vertragen, und wer sicher ist, daß seine Lösung wirklich immer den angegebenen Gehalt an wirksamer Substanz aufweist, der mag sich ihrer bedienen. Allen anderen empfiehlt der BEIRAT die Heißluftsterilisation (mit ihrem relativ engen Indikationsbereich) und als Mittel der Wahl die Verwendung des Autoklaven. Wer eines dieser Geräte besitzt (und lege artis betreibt), der wird vor Gericht auf das Auftreten eines Sachverständigen aus der "harten" Schule von KONRICH und ZEISSLER nicht zu fürchten brauchen" (BERGER).

V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN MIT DEN NEUEREN CHEMISCHEN STERILISATIONSVERFAHREN

1. Ottboril-Verfahren

Wir stellten uns zunächst die Aufgabe, die Sterilisationswirkung des Präparates Ottboril zu überprüfen. In unseren Untersuchungen benutzten wir vegetative Formen: *Staphylococcus aureus*, *Bacterium coli*, *Bact. proteus*, *Bact. pyocyaneum* und auch Sporenbildner: *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus* sowie Erdsproren.

Im einzelnen gingen wir wie folgt vor:

- a) Methodik: Die Bestimmung der entwicklungshemmenden Wirkung des Ottborils im Verdünnungstest führten wir derart durch, daß wir dem

Präparat den steigenden Verdünnungsgraden entsprechend Nährbouillon zugaben. Diese verschiedenen Verdünnungen beimpften wir anschließend mit dem Testkeim. Nach 72 Stunden Bebrütung ermittelten wir die Verdünnungsstufe des Ottborils mit Nährbouillon, in der gerade noch kein Wachstum von Bakterien aufgetreten war. Es ergab sich die Verdünnungsstufe 1 : 200 (s. Tabelle 3). Da das Präparat Ottboril nach Angabe der Herstellerfirma 3% einer Formaldehydverbindung enthält, prüften wir im parallelen Ansatz zum Vergleich eine 3%ige Formaldehydlösung (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Entwicklungshemmende Wirkung von Ottboril und 3%igem Formaldehyd (Werte in Klammern) auf vegetative Formen von Bakterien nach 72 Stunden Bebrütung

Testkeime:	Verdünnungsstufen:					
	1 : 100	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600	1 : 3200
Staph. aureus	- (-)	- (-)	- (+)	- (+)	+	+
B. coli	- (-)	- (-)	+	+	+	+
B. proteus	- (-)	- (-)	- (-)	- (+)	+	+
B. pyocyaneum	- (-)	- (-)	- (-)	+	+	+

Zeichenerklärung: - = kein Wachstum + = Wachstum

Aus der Tabelle 3 geht hervor, daß bis zur Verdünnungsstufe 1 : 200 kein Wachstum von Bakterien aufgetreten ist. In der Verdünnungsstufe 1 : 400 fanden wir bei Ottboril Wachstum von B. coli, bei Formaldehyd Wachstum von Staph. aureus. Die bakteriostatische Wirkung von Ottboril ist also praktisch gleich der von 3% igem Formaldehyd.

- b) Die Bestimmung der bakteriziden und sporoziden Wirkung von Ottboril und 3%igem Formaldehyd erfolgte im Suspensionsversuch. Zur Verhinderung einer Wachstumshemmung durch Ottboril in den Subkulturen inaktivierten wir dieses mit 1%iger Natriumsulfidlösung. Als Keimsuspension benutzten wir Bac. mesentericus, Bac. subtilis, Cereus, Cereus NNR und Erdsproren. Wir wählten folgende Versuchsanordnung: 10 ccm der unverdünnten Desinfektionslösung Ottboril wurden mit 0,5 ccm einer Suspension des Testkeimes versetzt. Nach bestimmten Einwirkungszeiten (s. Tabelle 4) entnahmen wir dem Ottborilkeimgemisch eine gewisse kleine

Menge und setzten die gleiche Menge 1%iger Natriumsulfidlösung zwecks Inaktivierung hinzu. Mit einer Öse von 0,4 cm Durchmesser strichen wir nach einer Viertelstunde Wartezeit das Ottborilkeimgemisch auf Blutagarplatten aus und übertrugen auch Ottborilkeimgemisch auf Nährbouillon. Die Kulturen wurden 72 Stunden bei 37° C bebrütet und auf Keimwachstum beobachtet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Die bakterizide und sporozide Wirkung von Ottboril und 3% igem Formaldehyd (Werte in Klammern) auf Sporenbildner und Erdsporen bei Zimmertemperatur

Testkeime	Min. / Einwirkungszeit	Ergebnisse
<i>B. mesentericus</i>	10 Minuten	++ (+++)
	20 Minuten	++ (+++)
	40 Minuten	++ (++)
	80 Minuten	- (++)
<i>B. subtilis</i>	30 Minuten	- (++)
	40 Minuten	- (+)
	60 Minuten	- (+)
	80 Minuten	- (-)
<i>Cereus</i>	30 Minuten	- (-)
	40 Minuten	- (-)
	60 Minuten	- (-)
	80 Minuten	- (-)
<i>Cereus</i> NRR	30 Minuten	+ (+)
	40 Minuten	- (+)
	60 Minuten	- (-)
	80 Minuten	- (-)
Erdsporen (Asparagin-Bouillon)	30 Minuten	+ (+)
	40 Minuten	+ (+)
	60 Minuten	+ (+)
	80 Minuten	+ (+)
Erdsporen	60 Minuten	10 Kolonien
	120 Minuten	7 "
	150 Minuten	5 "
	180 Minuten	6 "

Fortsetzung der Tabelle 4:

Testkeime	Min./Einwirkungszeit	Ergebnisse
Erdsporen	210 Minuten	4 Kolonien
	240 "	4 "
	270 "	4 "
	300 "	5 "
	330 "	5 "
	360 "	2 "
	390 "	0 "
	420 "	0 "
	450 "	0 "
	480 "	1 "
	510 "	0 "
	540 "	0 "
	570 "	0 "
	600 "	0 "
	24 Stunden	0 "

Zeichenerklärung:

- = steril
- + = schwaches Wachstum
- ++ = starkes Wachstum
- +++ = sehr starkes Wachstum

Nach Angaben der Firma Multident-G.m.b.H., Hannover-Buchholz, soll Ottboril bereits nach 5 Minuten eine Instrumentensterilisation bei Zimmertemperatur bewirken. Unsere Untersuchungen (s. Tabelle 4) ergaben jedoch eine sichere sporozide Wirkung durch Ottboril erst nach 510 Minuten = 8 1/2 Stunden Einwirkungszeit. Wegen dieser langen Sterilisationszeit ist das Ottborilverfahren zur Instrumentensterilisation für die zahnärztliche Praxis nicht geeignet.

2. K 3-Verfahren

Wir überprüften die Sterilisationswirkung von K 3 nach der gleichen Untersuchungsmethodik, wie sie bei Ottboril beschrieben wurde, und wählten zum Vergleich der K 3-Wirkung im parallelen Ansatz eine 5%ige Formaldehydlösung, wie sie in K 3 enthalten ist. Beim Suspensionsversuch benutzten wir

zur Inaktivierung Seifenlösung. In den Tabellen 5 und 6 sind unsere Untersuchungsergebnisse der Versuche mit K3-Lösung zusammengestellt.

Tabelle 5: Entwicklungshemmende Wirkung von K3 und 5%igem Formaldehyd (Werte in Klammern) auf vegetative Formen von Bakterien nach 72 Stunden Bebrütung

Testkeime:	Verdünnungsstufen:					
	1 : 100	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600	1 : 3200
Staph. aureus	- (-)	- (-)	- (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)
B. coli	- (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)
B. proteus	- (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)
B. pyocyan.	- (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)	+ (-)

Zeichenerklärung: - = kein Wachstum
+ = Wachstum

Die entwicklungshemmende Wirkung auf vegetative Formen von Bakterien ist bei K3 minimal im Vergleich zu der starken bakteriostatischen Wirkung des Formaldehyds.

Tabelle 6: Die bakterizide und sporozide Wirkung von K3 und 5%igem Formaldehyd (Werte in Klammern) auf Sporenbildner und Erdsproren bei Zimmertemperatur

Testkeime	Min. / Einwirkungszeit	Ergebnisse
B. mesentericus	0 Minuten	+++ (+++)
	30 Minuten	+++ (+++)
	40 Minuten	+++ (++)
	60 Minuten	+++ (++)
	80 Minuten	+++ (+)
B. subtilis	0 Minuten	+++ (+++)
	30 Minuten	+++ (++)
	40 Minuten	+++ (+)
	60 Minuten	+++ (+)
	80 Minuten	+++ (-)

Fortsetzung der Tabelle 6:

Testkeime	Min. /Einwirkungszeit	Ergebnisse
Cereus	0 Minuten	+++ (+++)
	30 Minuten	+++ (-)
	40 Minuten	+++ (-)
	60 Minuten	+++ (-)
	80 Minuten	++ (-)

Zeichenerklärung:

- = steril
- + = schwaches Wachstum
- ++ = starkes Wachstum
- +++ = sehr starkes Wachstum

Aus der Tabelle 6 geht hervor, daß mit K3 und Formaldehyd in 30 - 80 Minuten keine Sterilität zu erzielen war. K3 ist demnach zur Instrumentensterilisation für den Zahnarzt nicht geeignet.

VI. DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Auf Grund anderer wissenschaftlicher Gutachten bezeichnen die Herstellerfirmen das Ottboril- bzw. K3-Verfahren als geeignet zur schnellwirkenden Kaltsterilisation des zahnärztlichen Instrumentariums. Da aber zu befürchten war, daß die angegebene sporozide Wirkung durch eine Wachstumshemmung in der Subkultur infolge Mitübertragung des Desinfektionsmittels vorgetäuscht worden war, hielten wir eine Nachprüfung dieser Fehlerquelle für erforderlich.

Aus unseren experimentellen Untersuchungsergebnissen geht nun zweifelsfrei hervor, daß weder das Ottboril- noch das K3-Verfahren in tragbaren Konzentrationen bei vertretbaren Einwirkungszeiten resistente Erds sporen abtöten können. Diese beiden Kaltsterilisationsverfahren sind demnach abzulehnen.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Da die sicher wirksamen Sterilisationsverfahren, die Sterilisation im gespannten, gesättigten Wasserdampf (Autoklav) und in Heißluft (Trockenschrank) bei wiederholter Sterilisation die Instrumente schädigen, prüften wir, ob die neueren chemischen Verfahren zur Sterilisation des empfindlichen zahnärztlichen Instrumentariums brauchbar sind. Es handelt sich dabei um solche, die von den Herstellerfirmen dem Zahnarzt als brauchbar zur Sterilisation des zahnärztlichen Kleininstrumentariums angeboten werden, und zwar um die Sterilisation mit Ottboril (Paraldehyd) und um das K 3 (Kombination von Zephirol und Formaldehyd). Nach einer Übersicht über die bisherigen, sogenannten Kaltsterilisationsverfahren (Kochlösungen plus Desinfektionsmittelzusatz, Glykole- und Asphalinverfahren) wird über eigene Untersuchungsergebnisse mit Ottboril und K 3 berichtet. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß weder mit dem Ottboril- noch mit dem K 3-Verfahren resistente Erdsproren am zahnärztlichen Kleininstrumentarium abgetötet werden. Bei der Beurteilung der sporoziden Wirkung von Ottboril bzw. K 3 ist eine Abtötung der Sporen in den bisherigen Untersuchungen dadurch vorgetäuscht worden, daß das Mitübertragen des Desinfektionsmittels das Auskeimen der Erdsproren in der Subkultur verhindert hat.

Unsere Untersuchungsergebnisse hingegen zeigen, daß zur Kaltsterilisation bis heute ausschließlich gasförmiges Äthylenoxyd geeignet ist, dessen sporozide Wirkung im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurde.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Axhausen, G.: Lehrbuch der zahnärztlichen Chirurgie, Hanser-Verlag München (1949)
2. Baumann, E.: Sterilisation und sterile Aufbewahrung von Spritzen und Hohladeln, Benno Schwabe u. Co.-Vlg., Basel (1948)
3. Berg, H.: Med. Mschr. 3, 727 (1949)
4. Berger, U.: Sterilisation, Desinfektion und Hygiene in der zahnärztlichen Praxis, Vlg. Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin (1954)
5. Berger, U.: Stellungnahme zu: Bestehen Zweifel am Sterilisationseffekt antiseptischer Kochlösungen?, Zahnärztliche Mitteilungen 15, 519 (1956)
6. Bingel, K.F.: Die experimentelle Virusdesinfektion, Ambros. Barth-Vlg., Leipzig, Heft 10 (1957)
7. Brauss: Instrumentensterilisation mit Tego 103 S, Münch. med. Wschr. 14, 747-750 (1951)
8. Brekenfeld: Zu der Arbeit von Zeissler u. Günther: Kann durch Kochen in Zephirol- bzw. Quartamonlösungen sterilisiert werden?, Zbl. Bakt. O. I, 144, 407 (1939)
9. Clöters, D.: Zbl. Bakt. 156, 306 (1950/51)
10. Coenen, H.: Med. Klinik 799 (1940)
11. Dischreit, J.: Neuzeitliche Verfahren zur Verhütung von Wundinfektionen, VEB Carl Marhold Vlg., Halle (Saale) 1957
12. Eckstein, A.: Zur Frage der Kaltsterilisation, Zahnärztl. Mitteilungen 17 (1957)
13. Garre-Stich-Bauer: Lehrbuch der Chirurgie, 16./17. Aufl., Springer-Vlg. (1958)
14. Gelinsky, E. u. Lockemann, G.: Der Einfluß von Alkali, insbesondere von Soda, auf die keimtötende Wirkung siedender Formaldehydlösungen, Zeitschr. f. Hyg. 134, 393 (1952)
15. Grumbach, A.: Desogen, ein neues Desinfektionsmittel, Schweizer med. Wschr. 49, 520 (1941)
16. Grumbach, A.: Der Tetanus in Kikuth-Grumbach: Die Infektionskrankheiten des Menschen und ihre Erreger, Georg Thieme Vlg., Stuttgart (1958)
17. Hahn, H.: Münch. med. Wschr. 49, 1655 (1955)
18. Herrmann, M.: Über die Güteminderung zahnärztl. Instrumente beim Sterilisieren. Deutsche zahnärztl. Zeitschr. 16 (1956)
19. Kaufmann, I.: Sterilisation u. sterile Aufbewahrung von Instrumenten zur Behandlung des Wurzelkanals, Zahnärztl. Welt, Zahnärztl. Reform 18 (1956)

20. Kern, B.: Sterilisation in der Praxis und praktische Sterilität, Der Land-
arzt, Hippokrates-Vlg., Stuttgart 27, 725 (1954)
21. Kettenbach, A.: Verfahren zur Sterilisation mit Hilfe von Äthylengly-
kolmonoäthyläther, Patentschrift, Sonderdruck (Föbst)
22. Kisskalt: Instrumentensterilisation mit Merfen, Münch.med. Wschr. 6,
141 (1954)
23. Kliewe, H.: v. Esmarchs Hygienisches Taschenbuch v. Schlossberger u.
Wildführ, 6. Aufl., Springer-Vlg. (1950)
24. Kluczka, J. u. Lammers, Th.: Hygiene, Desinfektion u. Sterilisation
i. d. zahnärztl. Praxis, Zahnärztl. Welt 10, 261 (1956)
25. Kluczka u. Hattemer: Über die bei der aseptischen Wurzelbehandlung
notwendige Sterilisation zahnärztl. Kleininstrumente, Zahnärztl.
Welt 19, 552 (1950)
26. Kluczka, J.: Sterilisation u. Desinfektion des zahnärztl. Kleininstrumen-
tariums, München-Gräffelfing, Werk-Vlg. (1957)
27. Knapp, W. u. Vüllers, R.: Auskochen von Keimträgern mit Erdsoren
in Lösungen verschiedener Desinfektionsmittel, Die med. Welt 45,
1453 (1953)
28. Kolle, W. u. Hetsch, H.: Experimentelle Bakteriologie u. Infektions-
krankheiten, Vlg. Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin (1952)
29. Konrich, F.: Sterilisieren wir unsere Instrumente?, Deutsche med. Wschr.
58, 740 (1932)
30. Konrich, F.: Schlußwort zu vorstehenden Bemerkungen von Sobernheim,
Deutsche med. Wschr. 58, 1219 (1932)
31. Konrich, F.: Die bakterielle Keimabtötung durch Wärme, F. Enke Vlg.,
Stuttgart (1938)
32. Kurzweil: Zeitschr. f. Hyg. 124, 10 (1942)
33. Kuhn, P. H.: Münch. med. Wschr. 49, 1658 (1955)
34. Lammers, Th.: Fragen moderner Desinfektion, Sterilisation u. Hygiene
i. d. zahnärztl. Praxis, Österr. Zeitschr. f. Stomatologie, Vlg. Urban
u. Schwarzenberg 3, 54 (1957)
35. Leusden u. v. Bremen: Sterilisation v. Instrumenten in kochenden Des-
infektionslösungen, Zeitschr. f. Hyg. 120, 247 (1938)
36. Lickint, F.: Münch. med. Wschr. 31, 1573 (1952)
37. Lindberg, G.: Zbl. Bakt. IO. 78, 302 (1916)
38. Maassen, W. u. Handloser, N.: Zur Sterilisation v. Kanülen mit Sporil,
Zeitschr. f. Hyg. 136, 392 (1953)
39. Maassen, W.: Zur Durchführung der Sterilisation in der zahnärztl. Pra-
xis, Dermatol. Wschr. 40, 951 (1952)

40. Martini, G.: Dtsch.med. Wschr. 78, 661 (1953)
41. Mischol, E.: Bestehen Zweifel am Sterilisationseffekt antisept. Lösungen?, Zahnärztl. Mitteilungen 15, 518 (1956)
42. Müller, G.: Lehrbuch der Hygiene, H. H. Nölke-Vlg., Hamburg (1951)
43. Müller, Rainer: Med. Mikrobiologie, 4. Aufl., 1507 (1950)
44. Mündel, O.: Über das Sterilisationsvermögen v. siedender Sodalösung, Zeitschr.f. Hyg. 120, 267 (1938)
45. Nocke, E.: Zur Sterilisation in der zahnärztl. Praxis, Zahnärztl. Rundschau, 11, 288 (1953)
46. Orator, V.: Allgemeine Chirurgie, 18./19. Aufl., Barth-Vlg., München (1952)
47. Ostertag, H.: Fragen zur Spritzensterilisation in der Praxis, Med. Klinik 2, 56 (1961)
48. Ott, A.: Die Desinfektion u. Sterilisation des zahnärztl. Instrumentariums, Deutsche zahnärztl. Zeitschr. 3, 12 (1957)
49. Poetschke u. Hirsch: Zur Frage der apparatlosen Sterilisation u. ihrer Lösung durch das Präparat Sporil, Zeitschr.f. Hyg. 131, 100 (1950)
50. Poetschke, G.: Die Sterilisation des ärztl. Instrumentariums, Ärztl. Praxis 1, 1 (1949)
51. Poetschke, G.: Zur Technik der Prüfung sporicider Flüssigkeiten, Zeitschr.f. Hyg. 131, 95 (1950)
52. Primavesi, K. A.: Zum Problem der Spritzensterilisation, Med. Klinik 2, 59 (1961)
53. Primavesi, K. A.: Zeitschr.f. Hyg. 145, 461 (1959)
54. Ratschläge des Wissenschaftlichen Beirats des Präsidiums des Deutschen Ärztetages, Ärztliche Mitteilungen 3, 502 (1953)
55. Reploh, H. u. Primavesi, K. A.: Dtsch.med. Wschr. 18, 801 (1960)
56. Riessner, F. E.: Notwendigkeit und Möglichkeiten der Sterilisation in der zahnärztl. Praxis, Deutsche zahnärztl. Zeitschr. 19, 1062 (1951)
57. Roemer, G.: Über die Sterilisation durch Auskochen in antisept. Lösungen, Zeitschr.f. Hyg. 139, 513 (1954)
58. Roemer, G.: Ärztl. Wschr. 9, 25 (1954)
59. Sauerwein, E.: Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztl. Praxis, Deutsche zahnärztl. Zeitschr. 6, 281 (1950)
60. Sauerwein, E.: Inokulationshepatitis durch zahnärztl. Maßnahmen?, Deutsche zahnärztl. Zeitschr. 23, 1306 (1951)
61. Schmidt, B.: Die Sterilisation des ärztl. Instrumentariums, Die med. Welt 27/28, 901 (1951)
62. Schmidt, B. u. Mayer, A.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Sterilisation ärztl. u. zahnärztl. Instrumente durch Auskochen in Wasser unter Zusatz v. Sporil, Zeitschr.f. Hyg. 136, 325 (1953)

63. Siede, W. : Virushepatitis und Folgezustände, Ambros.Barth Vlg., Leipzig (1958)
64. Schubert, H. : Zur Sterilisation der Instrumente u. Injektionsspritzen, Dtsch.med. Wschr. 50, 1528 (1949)
65. Senge, J. : Zbl. Bakt. IO. 70, 353 (1913)
66. Sobernheim, G. : Bemerkungen zu dem Aufsatz von Konrich: Sterilisieren wir unsere Instrumente?, Dtsch.med. Wschr. 31, 1218 (1932)
67. Sobernheim, G. u. Mündel, O. : Über Sterilisation v. Instrumenten durch siedende Soda-Formaldehydlösung, Schweiz.med. Wschr. 47, 1191 (1936)
68. Sobernheim, G. u. Mündel, O. : Grundsätzliches zur Technik der Sterilisationsprüfung, Zeitschr.f. Hyg. 118, 328 (1936)
69. Sobernheim, G. : Über Instrumentensterilisierung, Schweiz.med. Wschr. 13, 1034 (1932)
70. Stockmann, H. : Dtsch.med. Wschr. 980 (1952)
71. Sykes, G. : Disinfection and Sterilization, E. and F. N. SPON Ltd., London (1958)
72. Thomann: Zyma-Journal 3-5 (1946)
73. Weigand, W. : Über die Desinfektion u. Sterilisation in der zahnärztl. Praxis, Med. Monatsschr. 5 (1957)
74. v. Werz, R. u. Soehring, K. : Informationen über zahnärztl. Arzneimittel, herausgegeben v. Bundesverband der Deutschen Zahnärzte, Köln (1958)
75. Werner, W. : Desinfektion u. Schädlingsbekämpfung, 10 (1949)
76. Zeissler, J. u. Günther, O. : Kann durch Kochen in Zephirol- bzw. Quartamonlösungen sterilisiert werden?, Zbl. Bakt. IO. 144, 402 (1939)
77. Zeissler, J. u. Günther, O. : Schlußwort zu den Entgegnungen Brekenfelds auf unsere Arbeit: Kann durch Kochen in Zephirol- bzw. Quartamonlösungen sterilisiert werden?, Zbl. Bakt. I 144, 409 (1939)
78. Zeissler, J. : Grundlagen der modernen Sterilisation, Med. Monatsschr. 6, 24 (1949)
79. Zeissler, J. : Buchbesprechung, Antwort zur Frage 102, Münch.med. Wschr. 48/49 (1943)
80. Zeissler, J., Krauspe, C und Rassfeld-Sternberg: Die Gasödeeme des Menschen, Dr. Dietrich Steinkopff-Vlg., Darmstadt (1958)

Es ist mir eine angenehme Pflicht,

Herrn Professor Dr. Lammers
für die freundliche Überlassung des Themas
und für seine stets bereitwillige und freund-
liche Hilfe zu danken.

LEBENS LAUF

Am 20. Juni 1931 wurde ich in Wittenberge/Elbe als zweites Kind des praktischen Arztes Dr. Richard Dangschat und seiner Ehefrau Hilde, geb. Jurka, geboren.

Von 1937 bis 1941 besuchte ich in Wittenberge die Volksschule und anschließend bis 1945 die Oberschule in Potsdam.

Von 1945 bis 1950 absolvierte ich die Oberschule in Wittenberge, wo ich 1950 die Reifeprüfung ablegte. 1952 verließ ich die Ostzone. Im Wintersemester 1953/54 immatrikulierte ich mich in Mainz, um Zahnmedizin zu studieren. Im Frühjahr 1955 bestand ich das Physikum und im Frühjahr 1958 legte ich das zahnärztliche Staatsexamen ab. Seit November 1958 arbeitete ich als Zahnarzt in Neumünster und seit März 1960 bin ich in Bad Salzdetfurth tätig.

